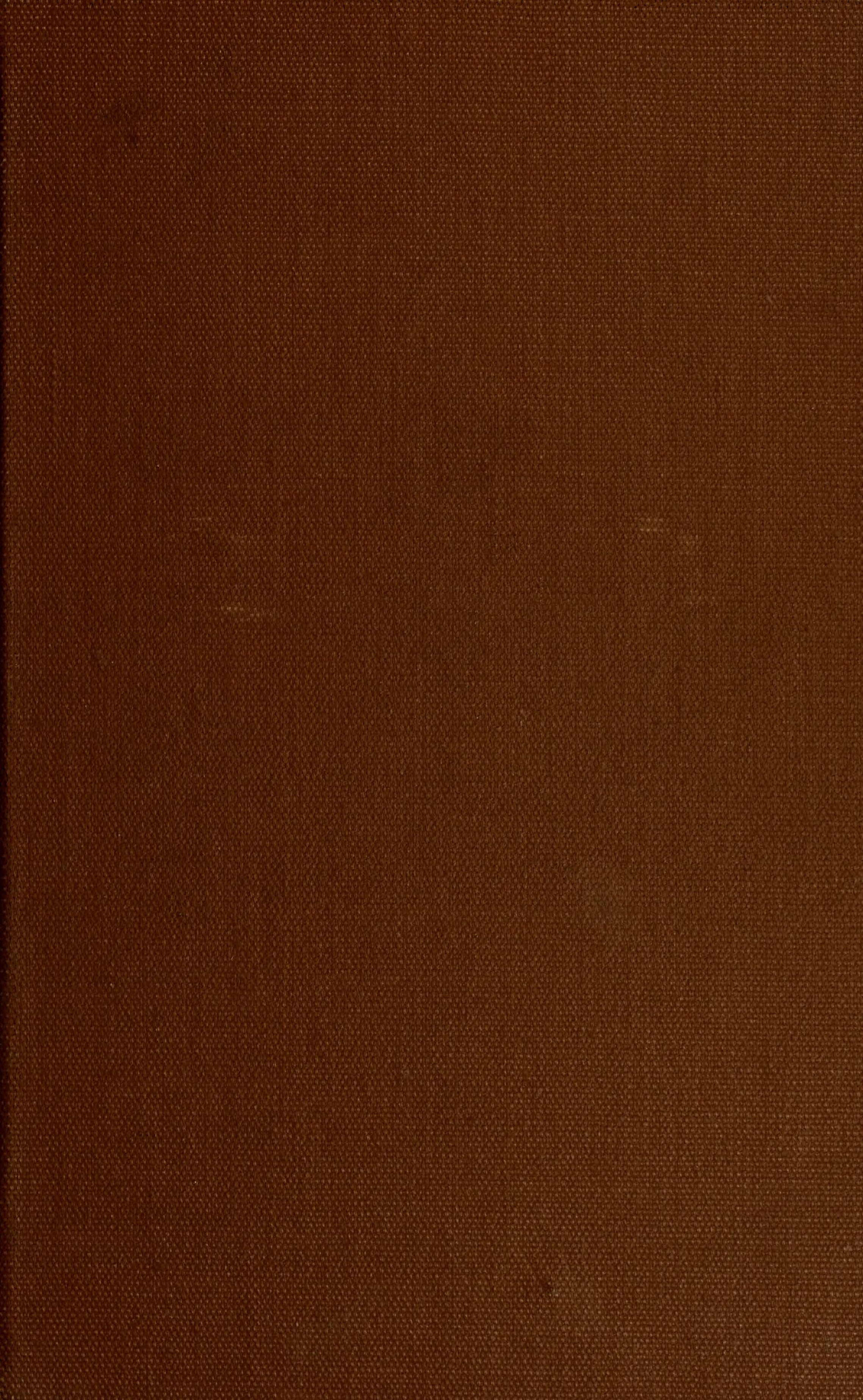
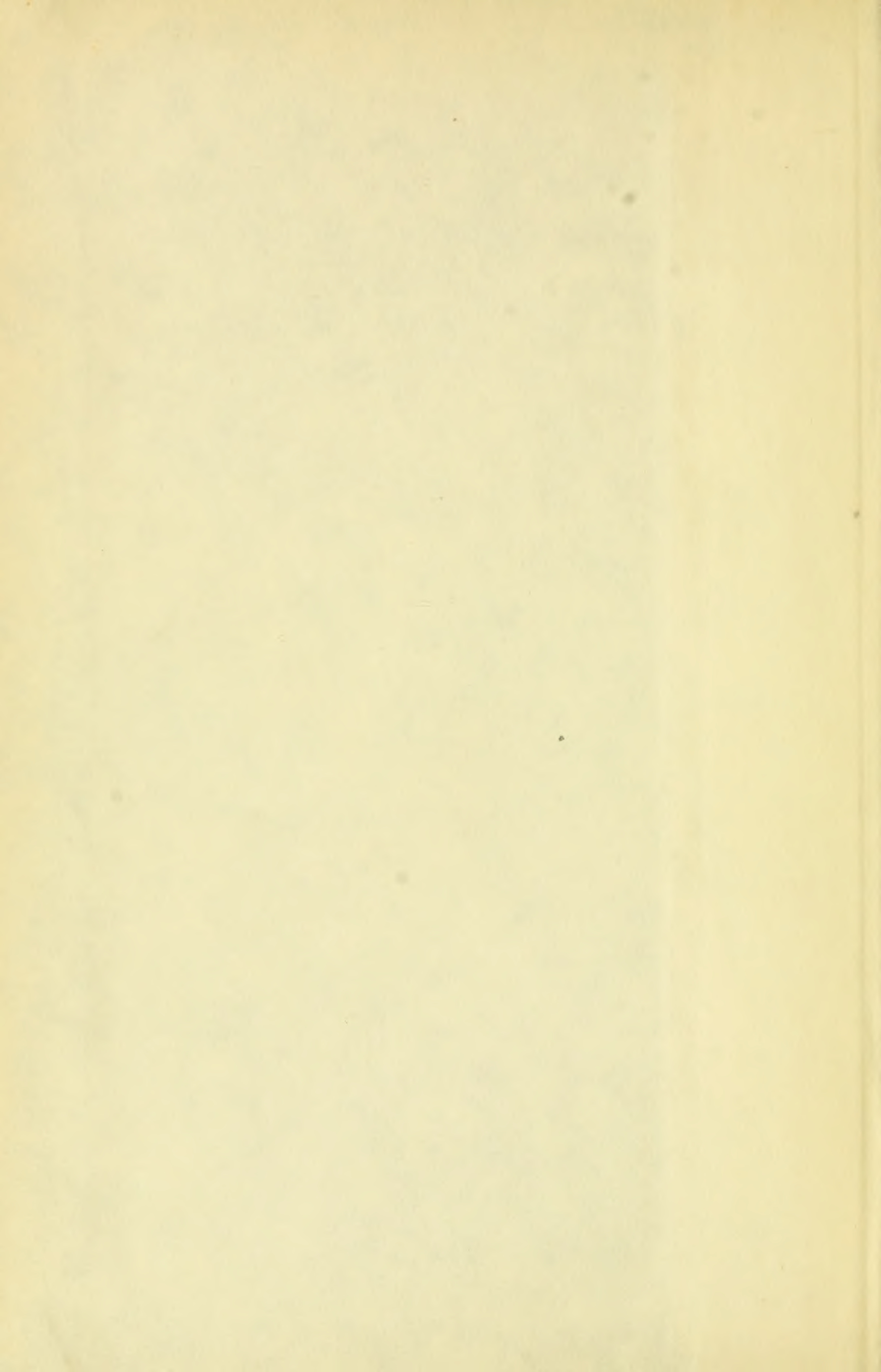
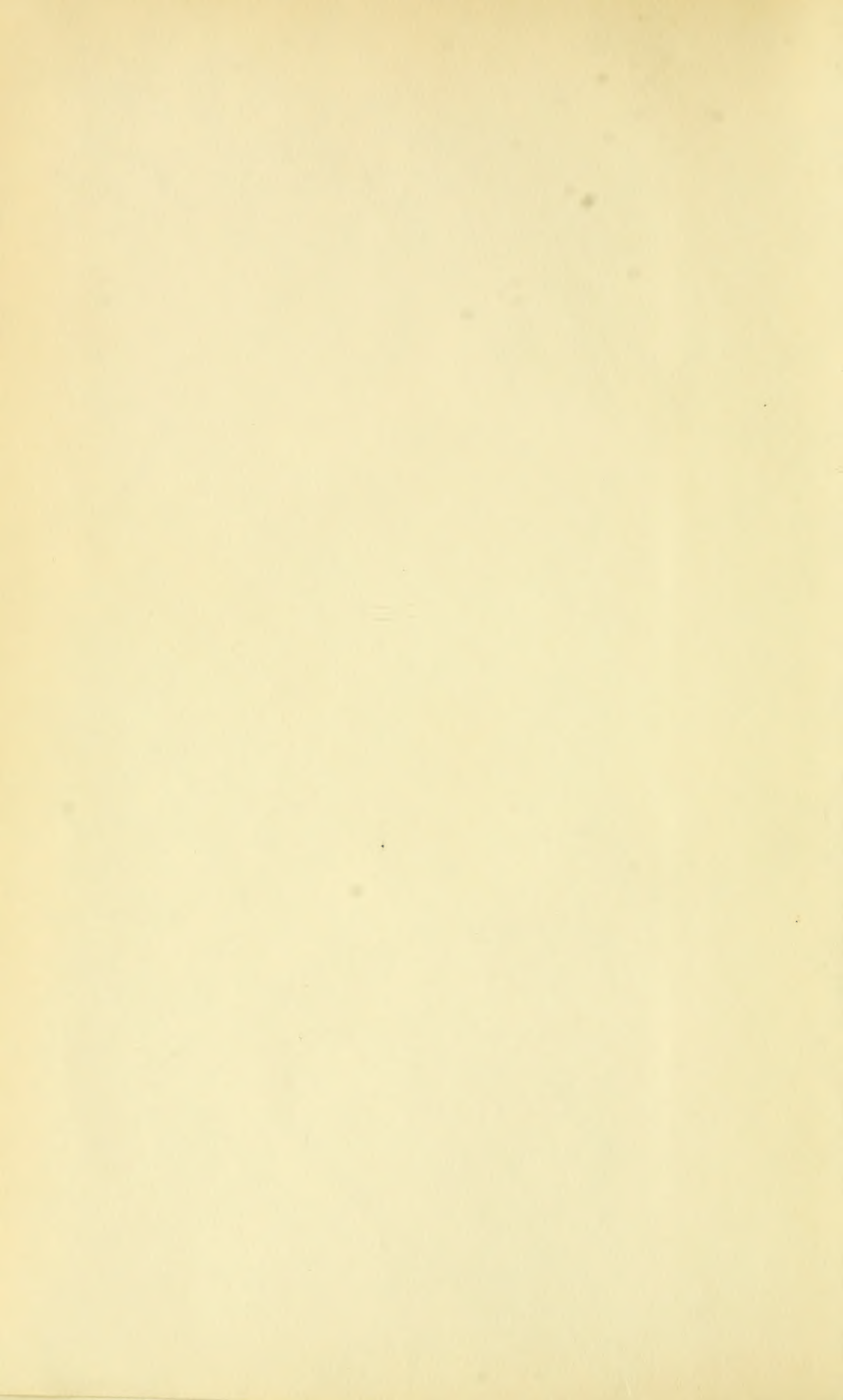


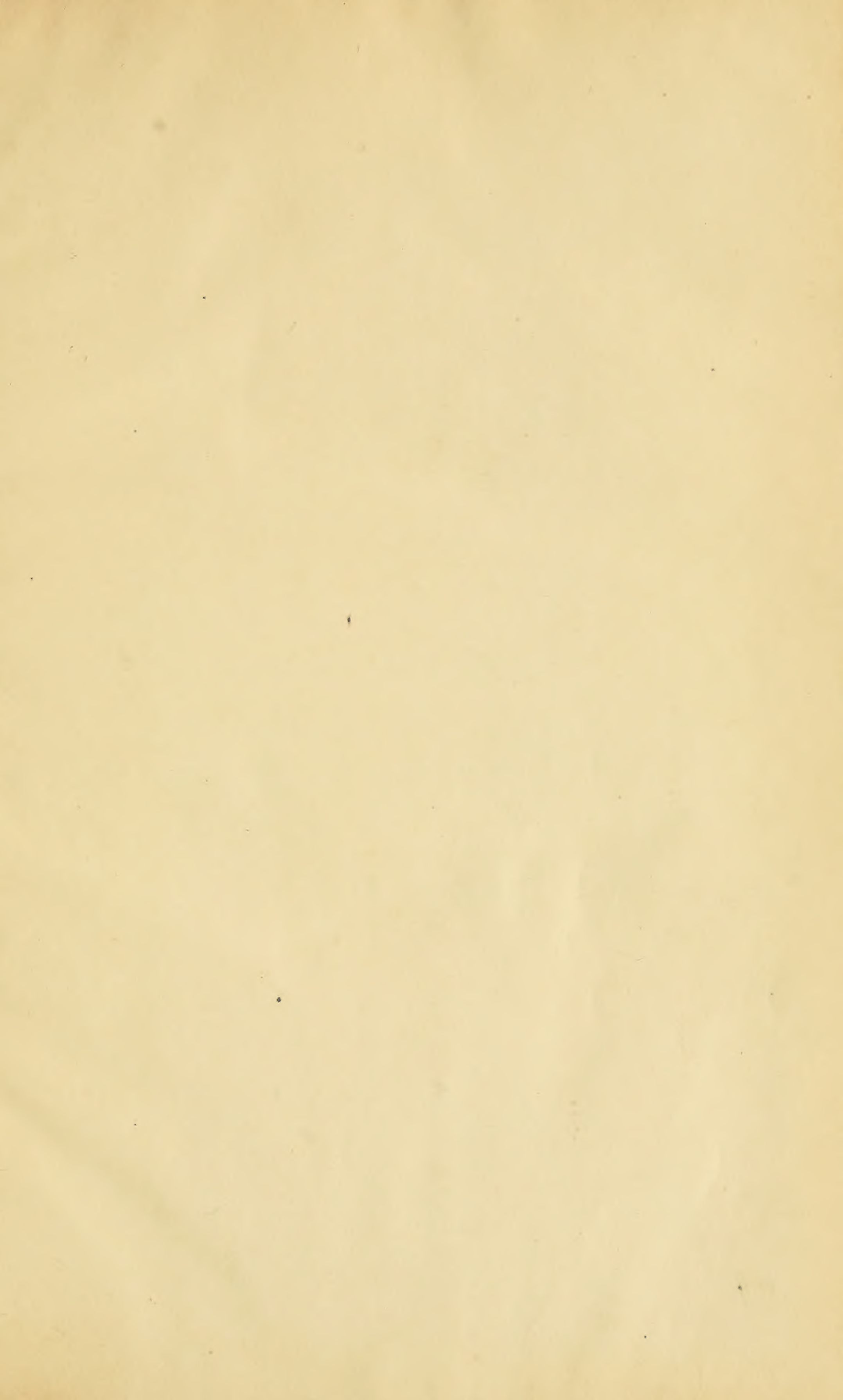


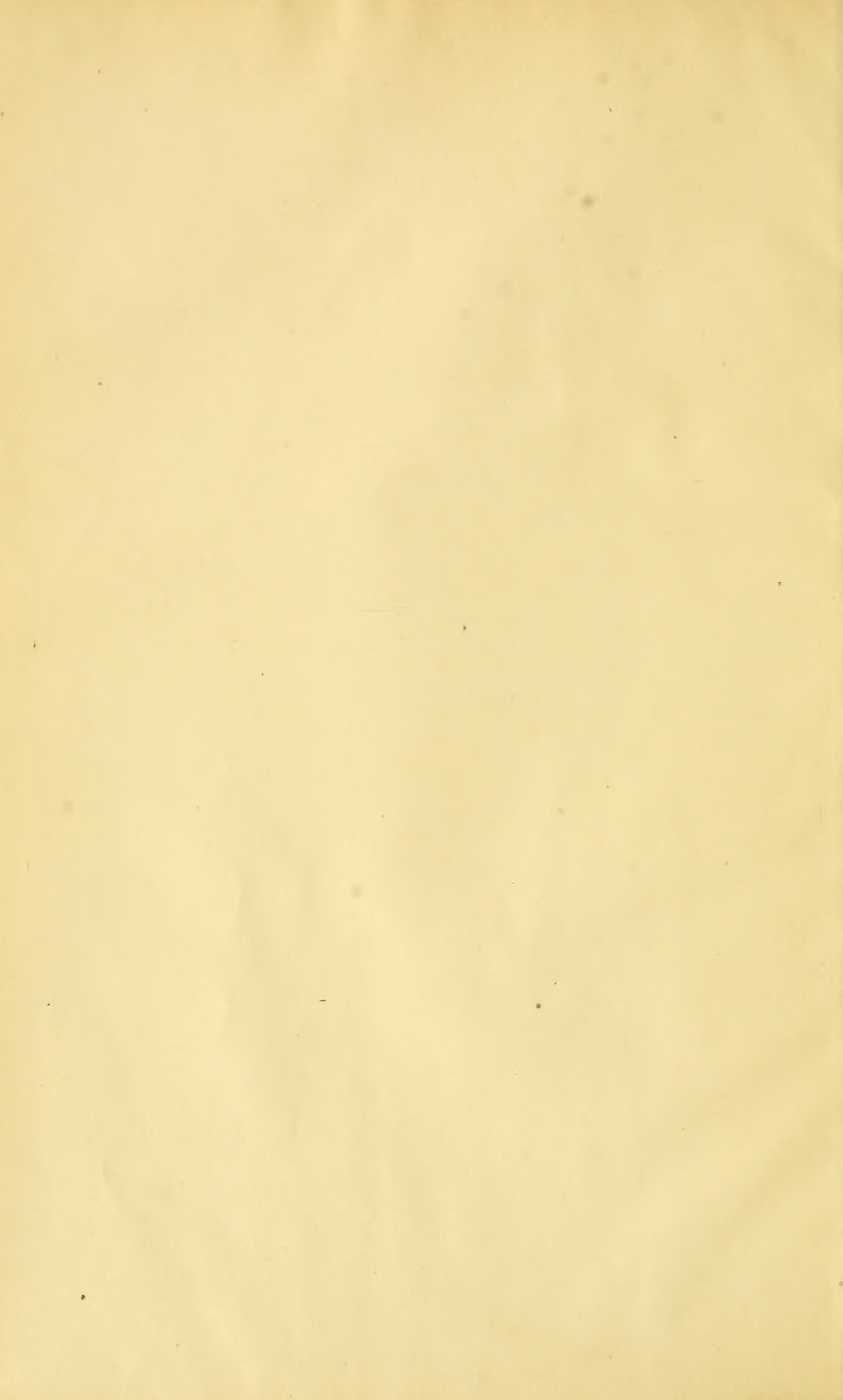


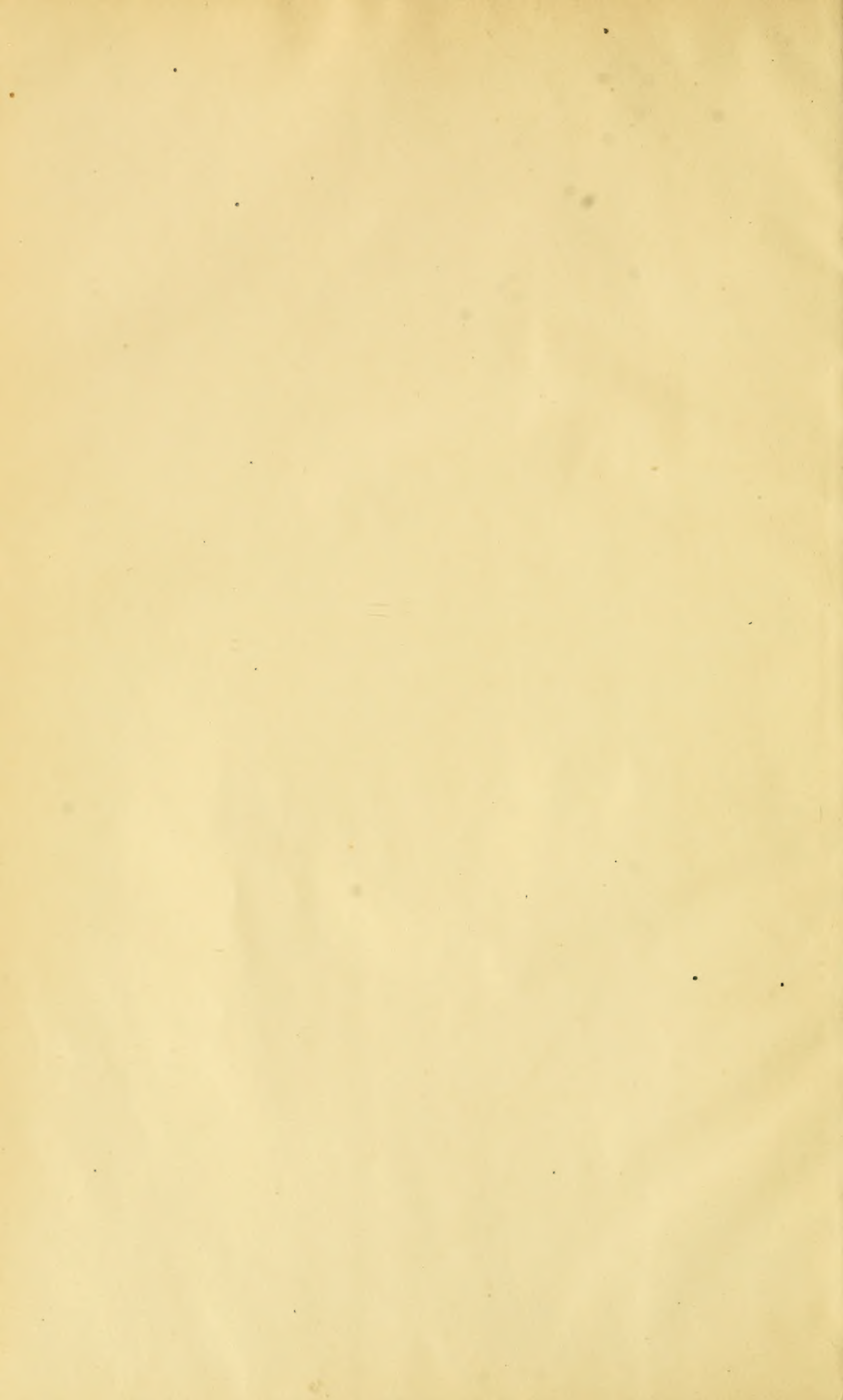












Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. Dritte Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Professor Dr. Hubert Ludwig
in Bonn.

Fortgesetzt von

Professor Dr. Otto Hamann
in Berlin.

V. Buch. Die Seelilien.

Mit 13 Tafeln und 22 Figuren im Text.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1907.



Inhaltsverzeichnis des fünften Buches.

Seite

Diagnose 1415
Allgemeine Übersicht 1415

A. Einleitung 1419
Litteratur 1420. 1568
Geschichte 1442

B. Morphologie 1445
I. Gesamtaussehen 1445
Form, Größe, Farbe 1445
II. Haut; Schichten derselben 1447
III. Hautskelett 1449
A. Skelett des Kelches 1450
1. Das Apikalskelett 1450
2. Das Oralskelett 1454
3. Das perisomatische Skelett 1456
4. Das Skelett der Arme 1459
5. Das Skelett des Stieles 1461
6. Die Verbindungsweise der Arm- und Rankenglieder . . . 1463
7. Die Axialkanäle (Nervenkanäle) der Axialkapsel und der Arme 1466
IV. Das Nervensystem 1468
Zur Geschichte des Nervensystems 1468
A. Das ektoneurale (orale) Nervensystem 1469
B. Das dorsale oder apikale Zentralnervensystem 1471
C. Das ventrale mesodermale Nervensystem und der mesodermale pentagonale Schlundring und seine Verzweigungen 1475
D. Die Nervenendigungen und Sinnesorgane 1478
a. Die Endfühler der Crinoideen 1478
b. Die Sinnespapillen der Tentakel 1479
c. Die Nervenendigungen in der Haut 1480
V. Das Wassergefäßsystem 1480
1. Der Ringkanal in der Scheibe und seine Anhangsschläuche (Steinkanäle) 1481
2. Die Wassergefäße 1482
3. Die Tentakel 1484
4. Die Kelchporen 1485

VI. Die Leibeshöhle (Cölom) 1487
1. Die zentrale Leibeshöhle des Kelches 1488
2. Die Leibeshöhle der Arme 1490
3. Das gekammerte Organ 1492
4. Das Dorsalorgan (Axialorgan) 1496
5. Schizocölräume 1499
6. Blutlakunen 1500
VII. Der Darmtraktus 1502
VIII. Die Genitalschläuche und die Reifungsstätten der Geschlechtsprodukte in den Pinnulae 1505
a. Lagerung der Genitalschläuche in den Genitalkanälen der Arme 1506
b. Die Genitalschläuche im Kelche 1508
c. Die Reifungsstätten der Urkeimzellen in den Pinnulae (Gonadenschläuche der Pinnulae) 1509
d. Die Genitalöffnungen 1510

C. Entwickelungsgeschichte 1512
I. Die Embryonalentwickelung 1512
1. Ablage der Eier und des Samens 1512
2. Die Furchung 1513
3. Die Bildung des Urdarmes und des Mesenchyms 1514
4. Verschluß des Blastoporus und Umbildungen des Urdarmes . . 1514
5. Der Embryo bis zur Bildung der Wimperstreifen 1516
6. Die Bildung des Kalkskeletts 1517
II. Die freischwimmende Larve 1518
1. Die äußere Gestalt 1518
2. Die innere Organisation 1520
III. Die Festsetzung der Larve und ihre Umbildung zur gestielten Form 1522
1. Die Veränderungen der äußeren Gestalt 1522
2. Das Vestibulum 1522
3. Der Darmkanal 1523
4. Das Cölom mit Axialorgan und gekammertem Organ 1524
5. Hydrocöl, Parietalsinus, Kalkskelett 1526
IV. Die gestielte Larve nach Durchbruch des Vestibulums bis zur Entstehung der Arme 1528
1. Durchbruch des Vestibulums und Bau der einzelnen Organe . . 1529
V. Das *Pentacrinus*-Stadium 1536
VI. Brutpflege 1537
VII. Selbstverstümmelung und Regeneration 1538

D. Biologie 1542
1. Vorkommen, Lebensweise, Bewegung 1542
2. Nahrung 1544
3. Parasiten 1545
E. Paläontologie 1550
F. Systematik 1554
Geschichte des Systems 1554
Spezielle Systematik 1571
G. Zur Stammesgeschichte der Echinodermen 1587

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,

Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,

Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

67., 68., 69. u. 70. Lieferung.

Leipzig.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1905.



V. Klasse.

Crinoidea, Seelilien.

Echinodermen mit kugeligem, kelch- oder scheibenförmigem Körper, welcher durch einen gegliederten Kalkstiel am Scheitelpol dauernd (oder vorübergehend) auf dem Boden befestigt ist. Die orale Fläche mit Mund- und Afteröffnung ist nach oben gekehrt. Am Rande des Körpers stehen 5—10 lange, gegliederte, meist verästelte, radial gestellte Arme, welche beweglich sind, sich zusammenrollen und ausbreiten können. Sie tragen gegliederte Anhänge, die Pinnulae, in denen die Geschlechtsproducte reifen. Die dorsale Körperwandung ist von polygonalen Kalkplatten bekleidet, während die nach oben gerichtete Oralseite von einer lederartigen Haut bedeckt wird, die selten Kalkplatten trägt. Um den Schlund, der in den im Kelch gelegenen gewundenen Darmcanal führt, liegt der Ringkanal des Wassergefässsystems, von dem aus die Radialcanäle in die Arme eintreten. Vom Mund aus laufen über die Oralseite die sogenannten Nahrungs- oder Ambulacralfurchen in den Armen, an deren Rändern die Ambulacralanhänge oder Ambulacraltentakel sitzen. Madreporenplatte fehlt; sie wird durch die Kelchporen ersetzt.

Allgemeiner Ueberblick.

Wir orientiren ein Crinoid vor uns, wie es mit dem gegliederten Stiel befestigt ist, der an der Spitze des kelchförmigen Körpers am apicalen, dorsalen Pol ansetzt. Die breite Mundscheibe (Bauchfläche) ist nach oben gekehrt und trägt in der Mitte die Mundöffnung, während der After excentrisch liegt. Weiter sehen wir auf der Mundscheibe die fünf Nahrungsfurchen, die in den fünf Radien liegen und sich alsbald dichotomisch theilen. Man kann nun durch die Mittelpuncte der Mund- und Afteröffnung eine senkrechte Sagittalebene legen, welche durch eine dem After gegenüberstehende Nahrungsfurche bis zu deren gabliger Theilung geht (*Comatula*). Diese Furche nennt man die unpaare oder vordere Furche, während der After in dem unpaaren oder hinteren Interambulacralraume (Interradius) gelegen ist (Vogt und Yung). Diese Sagittalfurche ist insofern

von Bedeutung, als der Arm, auf den die vordere Nahrungsfurche zuläuft, sich nach Perrier bei der jungen *Comatula* zuerst entwickelt. — Es ist also auch bei den Crinoideen keineswegs die radiäre Anordnung streng durchgeführt, wenn auch die Arme, die Radialfurchen und die Kalkplatten in der Fünfzahl angeordnet sind. — Die Gestalt der meisten Crinoideen hat man mit der einer Blume verglichen, die sich auf einem Stiel erhebt und etwa einer Tulpe oder Lilie gleicht. Die Kronenblätter hat man sich dann in lange, verästelte, gefiederte Arme verlängert vorzustellen, während der Stiel oft von wirtelständigen Ranken besetzt sein kann.

Der kelchförmige Körper trägt an seinen Seiten zwei bis drei Kreise von polygonalen Kalkplatten, die in der Fünfzahl radiär angeordnet sind. Die Anordnung der Kalktafeln ist von grösster Bedeutung, da sie zur Auffindung der Verwandtschaftsverhältnisse dienen. Auf die am apicalen Pol liegende Centrodorsalplatte folgen fünf kreisförmig angeordnete Basalplatten, mit denen fünf Radialplatten alterniren. Zu diesen können noch Infrabasalplatten hinzutreten, die unterhalb der Basalplatten, radial angeordnet, liegen. Fehlen die Infrabasalia, so spricht man von einer monocyclischen Basis, sind sie aber vorhanden, von einer dicyclischen Basis.

Auf der Oralfläche finden sich in der derben, oft kleine Kalkplättchen enthaltenden Haut fünf Oralplatten, die meist getrennt liegen, oder ganz fehlen können. Sie liegen interradial und umstellen die Mundöffnung. Ausser dem apicalen und oralen Skelettsystem kommt es im Kelch zur Ausbildung des sogenannten perisomatischen Skelettsystems, das aus Platten besteht, die im Kelche selbst lagern, und aus den Kalkstücken, die Arme, Pinnulae und den Stiel zusammensetzen. Im Kelche können sowohl im Apicalpol, als auch auf der Oralseite Kalkstücke auftreten. Im ersten Falle liegen sie im hinteren Interradius, in der Nähe des Afters, daher sie als *Analia* bezeichnet werden. Weiter können in den fünf Interradien ein oder mehrere Kalkstücke sich finden, die Interradialia genannt werden und in der Kelchdecke zwischen Kelchrand und Oralplatten liegen. Als Costalia oder Radialia 2, 3 u. s. w. werden die Skelettglieder der Arme benannt, welche mit ihrer Basis bis zur ersten Theilung in die Kelchdecke hinein zu liegen gekommen sind. Sobald die Arme bis zur zweiten Theilung in der Kelchdecke liegen, spricht man von Radialia distichalia, palmaria u. s. w. Eine weitere Gruppe bilden die Interbrachialia, Interdistichalia, Interpalmaria, Kalkstücke, die zwischen den in der Kelchdecke liegenden Armästen auftreten. Endlich sind die Interambulacralplättchen zu erwähnen, welche die zwischen den Zweigfurchen der primären fünf radialen Ambulacralfurchen gelegenen Bezirke besetzen, und die Skelettplättchen, welche in den Ambulacralfurchen der Arme liegen.

Das Armskelett setzt sich zusammen aus den Brachialia, die gelenkig oder fest miteinander verbunden sind. Von den Armen, die auch verzweigt, und zwar meist dichotomisch, sein können, entspringen seitlich

von den Ambulacralfurchen je eine Reihe von Anhängen, die Pinnulae, deren Skelett den Bau der Arme wiederholt.

Der Stiel besteht aus einer Säule von gelenkig oder fest verbundenen, meist pentagonalen Kalkgliedern, deren oberstes mit dem Apicalpol des Kelches verschmilzt. Die Stielglieder können in gewissen Abständen wirtelförmig gestellte, gegliederte, von einem Canal durchbohrte Anhänge, die Cirren oder Ranken, tragen. An seiner Basis trägt der Stiel die Wurzelcirren, das sind verästelte Anhänge, die zur Befestigung im Meeresboden dienen. Die Mundöffnung liegt in der Regel central auf der nach oben gekehrten Ventralfläche des Kelches. Sie führt in den im Kelchhohlraum, der Leibeshöhle, gelegenen Darmcanal, der durch den Enddarm vermittelst der excentrisch im hinteren Interambulacrum gelegenen Afteröffnung auf der Ventralseite nach aussen mündet. Auf der Ventralseite treten weiter von der Mundöffnung aus fünf Furchen auf, die Ambulacralfurchen, welche, von einer weichen Haut überzogen, in den fünf Radien verlaufen und sich auf die Oberfläche fortsetzen und auf die Pinnulae Aeste abgeben. Gabeln sich die Arme, so erfolgt die Gabelung dieser Ambulacralfurchen noch auf der Ventralfläche des Kelches. Seitlich an den Furchen sitzen die Tentakel, Sinnesorgane, in welche Aeste der Ambulacralgefässe führen.

Das Wassergefässsystem setzt sich aus einem Ringcanal, der den Schlund umgiebt, und unterhalb der Ambulacralfurchen verlaufenden Wassergefässen zusammen. Von dem Ringcanal gehen fünf oder mehr, oft Hunderte von Röhrchen in die Leibeshöhle, die als homolog dem Steincanal der übrigen Echinodermenklassen anzusehen sind. Durch besondere Porencanäle in der Ventralwand des Kelches und auf den Seitenflächen der Arme dringt das Meerwasser in die Leibeshöhle ein.

Das Nervensystem der Crinoiden zeigt im Gegensatz zu dem der übrigen Echinodermen besondere Verhältnisse. Das orale Nervensystem, bestehend aus radiären Nervenstämmen, die epithelial gelagert sind, ist wenig ausgebildet und nur auf die Ventralflächen der Arme beschränkt. Zur Bildung eines Schlundringes kommt es bei den Crinoiden nicht, da die fünf Ambulacralnervenstämme direct in die Schlundwand eintreten. Desto mächtiger ist das apicale oder aborale Nervensystem entwickelt, welches als das nervöse Centralorgan zu gelten hat und in der Kalksubstanz des Centrodorsale liegt, wo es das sogenannte gekammerte Organ umgiebt. Von ihm aus gehen Aeste in den Stiel und die Cirren, sowie in die Arme, in welchen sie in der Axe verlaufen und regelmässig Zweige in die Pinnulae abgeben. Endlich ist noch ein drittes Nervensystem vorhanden, welches in der Bindesubstanz der Oralfläche verläuft; es bildet einen Nervenring und fünf Paare von Armnerven, die seitlich von den Ambulacralgefässen der Arme verlaufen. Weiter gehen Nervenäste vom Nervenring zu den Mesenterien und zum Kelchepithel. Dieses zuletzt genannte Nervensystem steht mit dem apicalen Nervensystem durch besondere Aeste in Verbindung.

Die Geschlechtsproducte entstehen in den Pinnulae in besonderen Schläuchen, die als Fortsetzungen der in den Armen verlaufenden Genitalstränge anzusehen sind. Die Crinoideen sind getrenntgeschlechtlich. Die Jungen durchlaufen eine complicirte Metamorphose. Sie bevölkern die Meere, in denen sie jetzt nur in wenigen Gattungen vertreten sind, während sie in der paläozoischen Zeit ihre höchste Entwickelung erreichten, wie ihr massenhaftes Vorkommen als Versteinerungen bezeugt. Sie bewohnen die grössten Tiefen, nur wenige, meist ungestielte Arten gehören der Littoralfauna an.

A. Einleitung.

I. Name und Inhalt der Klasse.

Der Name *Crinoidea*, das ist „Lilienförmige“, ist von J. S. Miller zuerst im Jahre 1821 für die ganze Thiergruppe angewendet worden, während bereits die fossilen Reste *Encrinitae*, *Pentacrinitae* benannt worden waren. Goldfuss 1826—1836 nannte sie *Stilasteritae*, de Blainville 1834 *Asterencrinoidea* (*Asterencrinea*), während Forbes 1841 den Namen *Pinnigrada* vorschlug. Austin führt sie 1842 als *Pinnastella*, Burmeister 1856 als *Brachiata* auf. Römer nennt sie 1856 *Actinoidea*, Quenstedt 1876 *Encrinidae*, Zittel 1879 *Eucrinoidea*. Die *Eucrinoidea*, im Gegensatz zu den *Blastoidea* und *Cystidea*, zerfallen in die *Palaeocrinoidea*, welche ausschliesslich in der paläozoischen Zeit lebten, und in die *Neocrinoidea* oder *Articulatae*, welche von der mesozoischen Zeit bis zur Jetztzeit leben. Leuckart 1848 fasste *Cystidea* (v. Buch 1844), *Blastoidea* (Say 1825), *Crinoidea* (Miller 1821), zu denen noch die *Edrioasteroidea* (Billings 1854) = *Thecoidea* Jaekel 1895, kommen, in die Klasse der *Pelmatozoa* zusammen, welche Eintheilung besonders bei den Paläontologen grossen Anklang gefunden hat.

II. Literatur.*)

(1) **Adams, J.**, Description of some Marine Animals found on the Coast of Wales. 1 Taf. Trans. Linn. Soc. London. Vol. 5. 1800. p. 7—13.

(2) **Agassiz, A.**, Note on Lovén's article on Leskia mirabilis Gray. Ann. Lyceum Nat. Hist. Vol. 9. 1869. p. 242—245

(3) —— The Affinities of Crinoids. American Naturalist Vol. VI, 1872. p. 305—306.

(4) —— Drawing of young Holopus from Bahia Honda, Cuba. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 5. N. 9. 1878. p. 213.

(5) —— Selections from Embryological Monographs. II. Echinodermata. 15 Taf. Mem. Mus. Comp. Zool. Vol. 9. N. 2. 1883. 45 p.

(6) —— Notice of Calamocrinus diomedae a new stalked Crinoid from the Galapagos, dredged by the U. S. Fish Commission Steamer Albatross. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 20. 1890. p. 165—167.

(7) —— Ueber einen neuen Tiefsee-Crinoiden (Calamocrinus) aus der Familie der Apiocriniden. N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1890. Bd. 1. p. 94—95.

(8) —— Calamocrinus diomedae, a new stalked Crinoid, with notes on the Apical System and the Homologies of Echinoderms. 32 Taf. Mem. Museum Harvard Coll. Col. 17. N. 2. 1892. 95 p.

(9) **Agassiz, L.**, Prodrome d'une Monographie des Radiaires ou Échinodermes. Mém. Soc. Sci. Nat. Neuchatel. Vol. 1. 1835. p. 168—199.

(10) **Albert**, Prince de Monaco, Première campagne de la „Princesse Alice". II. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. 128. 1899. p. 212—214.

(11) **Allman, G. T.**, On an Early Stage in the Development of Comatula, and its Palaeontological Relations. Report 32. Meet. British Assoc. Adv. Sc. 1862 (1863). Notices. p. 65.

(12) —— On a Pre-Brachial Stage in the Development of Comatula, and its importance in relation to certain Aberrant Forms of Extinct Crinoids. 1 Taf. Trans. R. Soc. Edinburgh. Vol. 23. 1864. p. 241—252.

(13) **Anonymous**, Notes and Observations on Injured or Diseased Crinoids. Proc. Nat. Hist. Soc. Glasgow. Vol. 3. 1876. p. 91—94.

(14) **Austin, Thomas**, Proposed Arrangement of the Echinodermata, particularly as regards the Crinoidea, and a subdivision of the class Adelostella (Echinidae). Ann. a. Mag. Nat. Hist. Ser. 1. Vol. 10. 1842. p. 100—103.

(15) —— und **Austin, Thomas, jun.**, A monography on recent and fossil Crinoidea with figures and descriptions of some recent and fossil allied genera. 16 Taf. Part 1—8. Bristol 1843—1845. 4°. 128 p.

(16) —— Observations on the connection between the Crinoidea and the Echinodermata generally. Ann. a. Mag. of Nat. Hist. Ser. 2. Vol. 8, 1851. p. 280—290.

*) Ein Nachtrag zu diesem Verzeichniss folgt am Beginn des systematischen Theiles.

(17) **Austin, Thomas,** Observations on the Cystidea of M. von Buch, and the Crinoidea generally. Journ. Geol. Soc. Vol. 4. 1848. p. 291—294.

(18) **Aurivillius, C. W. S.,** Om hafsevertebraternas utvecklingstider och periodiciteten i larvformernas uppträdande vid Sveriges vestkust. Bihang Svenska Akad. Handl. Bd. 24. 1898. Afd. 4. No. 4. (91 p.).

(19) **Baily, W. H.,** Description of a new Pentacrinite from the Kimmeridge Clay of Weymouth, Dorsetshire. 1 Taf. Ann. a. Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 6. 1860. p. 25—28.

(20) **Barrande, J.,** fortges. von **Waagen, W.,** und **Jahn, J. J.,** Système Silurien . . . de la Bohême. Recherches paléontol. Vol. 7. Echinodermes. 2. Crinoides, VI, 216 p. 40 Taf. Prag, 1887—1899.

(21) **Barrois, J.,** Sur l'embryologie de la Comatule (C. mediterranea). Compt. Rend. Acad. Sc Paris. T. 102. 1886. p. 1176—1177.

(22) —— Des homologies des Larves de Comatules ib. T. 103. 1886. p. 892—893.

(23) —— Recherches sur le développement de la Comatule (C. mediterranea). 6 Taf. Recueil Zool. Suisse. T. 4. 1888. p. 545—651.

(24) **Bather, Francis Arthur,** Trigonocrinus, a new genus of Crinoidea, from the „Weisser Jura“ of Bavaria; with the description of a new species, T. liratus. Appendix: Sudden deviations from natural symmetry in „Neocrinoidea“. 1 Taf. u. 3 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 45, p. 149—171. 1889.

(25) —— Note on Marsupites testudinarius, v. Schlotheim sp. ib. p. 172—174. 1889.

(26) —— The basals of Eugeniacrinidae. 12 Fig. ib. p. 359—362.

(27) —— Pentacrini in peculiar beds of Great Oolite age near Basle. 4 Fig. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 4. p. 49—52. 1889.

(28) —— On Herpetocrinus Fletcheri, Salter. Abstr. Proc. Geol. Soc. London. N. 545, p. 12. 1889.

(29) —— British Fossil Crinoids. 1. Historical Introduction. Ann. and Mag. Ser. 6. Vol. 5, p. 306—310. 1890; 2. The Classification of the Inadunata Fistulata. 2 Taf. ib. p. 310—334; p. 373—388; p. 485—486. 1890; 3. Thenarocrinus callipygus, gen. et sp. nov. Wenlock Limestone. 1 Taf. u. 9 Fig. ib. Vol. 6, p. 222—235. 1890; 4. Thenarocrinus gracilis n. sp. Wenlock Limestone, and note on T. callipygus. 1 Taf. ib. Vol. 7, p. 35—40. 1891; 5. Botryocrinus, Wenlock Limestone. 1 Taf. u. 6 Fig. ib. Vol. 7, p. 389—413. 1891; 6. Botryocrinus quinquelobus, sp. n. Wenlock Limestone; and note on B. pinnulatus. 1 Taf. u. 3 Fig. ib. Vol. 9, p. 189—194. 1892; 7. Mastigocrinus loreus, nov. gen. et sp. 2 Taf. u. 10 Fig. Wenlock Limestone; Dudley. ib. Vol. 9, p. 194—202. 1892; 8. Cyathocrinus: C. acinotubus Ang. and C. vellatus sp. n. Wenlock Limestone. 1 Taf. u. 7 Fig. ib. Vol. 9, p. 202—226. 1892.

(30) —— The Natural History of the Crinoidea. Proc. London Amat. Sci. Soc. Vol. 1. p. 32, 33. 1890.

(31) —— [Review of] the Perisomic Plates of the Crinoids by C. Wachsmuth and F. Springer. Geol. Mag. dec. 3. Vol. 4, p. 219—224. 1891.

(32) —— Some alleged cases of misrepresentation. Annal. and Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 7, p. 480—489. 1891.

(33) —— „Goldfussia“, „Comaster“ and „Comatulidae“. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 7, p. 464. 1891.

(34) —— Suggested terms in Crinoid morphology. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 9, p. 51—66. 1892.

(35) —— [Review of] a Monograph of the Carboniferous and Permo-Carboniferous Invertebrata of New South Wales. Part 2. By R. Etheridge jun. Geol. Mag. (n. s.) dec. 3. Vol. 10, p. 80—83. 1893.

(36) —— The Crinoidea of Gotland. Part 1. The Crinoidea Inadunata. 10 Taf. u. 20 Fig. Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handl. Vol. 25, No. 2. 180 p. 1893.

(37) —— Brachiocrinus and Herpetocrinus. American Geol. Vol. 16, p. 213—217. 1895.

(38) **Bather, Francis Arthur,** The term „Syzygy“ in the description of Crinoids. Zool. Anz. Bd. 19, p. 57—61. 1896.

(39) —— Merocrinus Salopiae n. sp. and another Crinoid, from the Middle Ordovician of West Shropshire. 3 Fig. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 3, p. 71—75. 1896.

(40) —— Echinoderma, Crinoidea, Cystidea and Blastoidea. Guide to the Fossil Invertebrata. 4 Fig. British Mus. (Nat. Hist.) p. 88—90; p. 98—103. 1897.

(41) —— Subkingdom 5. — Echinoderma. Starfish etc. Concise knowledge Natural History. 15 Fig. p. 653—664. London, Hutchinson. 1897.

(42) —— On Uintacrinus. A morphological study. 3 Taf. u. 13 Fig. Proc. Zool. Soc. London for 1895, p. 974—1004. 1896.

(43) —— The search for Uintacrinus in England and Westphalia. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 3, p. 443—445. 1896.

(44) —— Apiocrinus recubariensis, Crema, from the Muschelkalk, is a primitve Millericrinus. 5 Fig. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 3, p. 116—123. 1897.

(45) —— Stone-Lilies, Star-Fishes, Sea-Urchins, and Sea-Cucumbers. Subkingdom Echinodermata. 29 Fig. The Royal Natural History, chapter 8 of vol. 6, p. 289—319. London, Warne. 1896.

(46) —— Hapalocrinus Victoriae n. s., Silurian, Melbourne and its relation to the Platycrinidae. 1 Taf. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 4, p. 337—345. 1897.

(47) —— Scolocystis, Echinocystis, and Lysocystis: Disocystis, Echinodiscus, and Agelacrinidae. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 4, p. 381—382. 1897.

(48) —— Mesites. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 7. Vol. 1, p. 102—103. 1898.

(49) —— Pentacrinus; a name and its history. 10 Fig. Natural Science. Vol. 12, p. 245—256. 1898. Corrigenda Vol. 13, p. 72. 1898.

(50) —— Wachsmuth and Springer's classification of Crinoids. Natural Science. Vol. 12, p. 337—345. 1898.

(51) —— Petalocrinus, Weller and Davidson. 2. Taf. u. 15 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 54, p. 401—441. 1898.

(52) —— Studies in Edrioasteroidea. 1. Dinocystis Barroisi n. g. et n. sp., Psammites du Condroz. 1 Taf. u. 2 Fig. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 5, p. 543—548. 1898; 2. Edrioaster Buchianus Forbes sp. 3 Taf. u. 7 Fig. ib. Vol 7, p. 193—204. 1900.

(53) —— A Phylogenetic Classification of the Pelmatozoa. Rep. British Assoc. 1898, p. 916—923. 1899.

(54) —— The Genera and Species of Blastoidea. with a list of the specimens in the British Museum (Natural History).

(55) —— A Treatise of Zoology, ed. by E. Ray Lankester. Part. 3, The Echinoderma by F. A. Bather, assisted by J. W. Gregory and E. S. Goodrich. 1900.

(56) —— Pores in the Ventral Sac fistulate Crinoids. American Geol. Vol. 26, p. 307 bis 312. 1900.

(57) —— Crinoidea, in: Capman, On some fossils of Wenlock age from Mulde, near Klnseberg, Gotland. 1 Taf. Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. 7, p. 144 bis 145. 1901.

(58) —— Alleged prints of Echinoderms in Triassic Reptiliferous Sand stones. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 8, p. 70—71. 1901.

(59) —— What is an Echinoderm? 5 Fig. Journ. London Coll. Sci. Soc. Vol. 8, p. 21—33. 1901.

(60) —— Silurian Crinoids of Chicago [Review of „The Paleontology of the Niagaran Limestone in the Chicago area. The Chrinoidea“ by Stuart Weller.]. Geol. Mag. (n. s.) dec. 4. Vol. 8, p. 376—379. 1901.

(61) **Bateson, William,** On some Cases of Abnormal Repetition of Parts in Animal. Proc. Zool. Soc. London f. 1890. p. 579—588.

(62) —— Materials for the Study of Variation treated with especial regard to Discontinuity in the Origin of Species. 209 Fig. London 1893. 598 p.

(63) **Baudelot, E.**, Études générales sur le système nerveux. Contribution à l'histoire du système nerveux des Échinodermes. Arch. d. Zool. expér. T. 1. 1870. p. 177—216.

(64) **Bauder, Joh. Friedr.**, Beschreibung des Altdorfischen Ammoniten- und Belemniten-Marmors, wie solche zum erstenmal im J. 1754 gemacht, und in dem Drucke vorgelegt worden ist; mit einem Anhange, der die neuesten Entdeckungen des Jahres 1770 und 71 von Encriniten, Astroiten und Nautiliten, auch andere Versteinerungen beschreibt, wieder herausgegeben. Altdorf 1771. 4°.

(65) **Beaumont, W. J.**, The Fauna and Flora of Valencia Harbour. Report on the Results of Dredging and Shore-Collecting. Proc. R. Irish Acad. Dublin. Ser. 3. Vol. 5. 1900. p. 754—798.

(66) **Beede, J. W.**, Two new Crinoids from the Kansas Carboniferous. M. Fig. Kansas Univ. Quart. Lawrence. Vol. 9. 1900. p. 21—25.

(67) **Bell, F. Jeffrey**, An attempt to apply a method for formulation to the species of the Comatulidae; with a description of a new species. 1 Taf. Proc. Zool. Soc. London. T. 6. 1882. p. 530—536.

(68) —— Note on a Crinoid from the Straits of Magellan. ib. p. 650—652.

(69) —— Report on the Zoological Collections made in the Indo-Pacific Ocean during the Voyage of H. M. S. Abert, 1881—1882. 18 Taf. London 1884. Echinodermata p. 117—177; p. 509—512.

(70) —— On the Arrangement and Interrelations of the Classes of the Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 8. 1891. p. 206—215.

(71) —— On a small Collection of Crinoids from the Sahul Bank, North Australia. 2 Taf. Journ. Linnean Soc. London. Vol. 24. 1893. p. 339—341.

(72) —— On the Echinoderms collected during the Voyage of H. M. S. Penguin and by H. M. S. Egeria, when surveying Macclesfield Bank. 5 Taf. Proc. Zool. Soc. London. 1894. p. 392—413.

(73) —— Report on the Echinoderms (other than Holothurians) collected by Dr. Willey. Zool. Results Willey Cambridge. 1899. p. 133—140.

(74) —— On the Actinogonidiate Echinoderms collected by Mr. J. Stanley Gardiner at Funafuti and Rotuma. Proc. Zool. Soc. London f. 1898. p. 849—850.

(75) —— The actinogonidiate Echinoderms of the Maldive and Laccadive Islands. in: The Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes. Being the Account of the work carried on and of the collections made by an Expedition during the years 1899 and 1900. Ed. by J. Stanley Gardiner. Vol. 1. Part 3. Cambridge 1902. p. 223—233.

(76) **Benecke**, Referat über C. Wachsmuth u. Springer in: Neues Jahrb. f. Mineral. Geol. Bd. 1 u. Bd. 2. 1881 und 1882.

(77) **Beyrich, E.**, Ueber die Crinoiden des Muschelkalks. 2 Taf. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin. Phys. Kl. N. 1. p. 1—49.

(78) —— Eugeniacrinus. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 21. 1869. p. 835.

(79) —— Ueber die Basis der Crinoidea brachiata. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin. 1871. p. 33—55.

(80) —— Ueber Porocrinus radiatus. 1 Fig. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1879. Nr. 4. p. 60—63.

(81) **Billings, E.**, On the Crinoidea of the Lower Silurian Rocks of Canada. 10 Taf. Canadian Organic Remains. Decade 4. 1859. p. 7—66.

(82) —— Note on Leskia mirabilis Gray, by S. Lovén. 5 Fig. Canadian Nat. N. S. Vol. 3. 1868. p. 442—445.

(83) —— Note on Hyponome Sarsi, described by S. Lovén, by C. F. Lütken. ib. Vol. 4. 1869. p. 270.

(84) —— Notes on the structure of the Crinoidea and Blastoidea. M. Fig. Canadian Naturalist. N. S. Vol. 5. 1870. p. 180—198. Reprinted Ann. a. Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 5. 1870. p. 251—266; 409—416; Vol. 7. 1871. p. 124—158.

(85) **Bölsche, Wilhelm,** Ueber Actinometra Bennetti und eine neue Comatula-Art (*Antedon Dübenii*). M. Fig. Arch. f. Naturgesch. Jg. 32, Bd. 1. 1866. p. 90—92.

(86) —— Beiträge zur Paläontologie der Juraformation im nordwestlichen Deutschland. Tl. 1. Osnabrück 1877. p. 41—67. 3. Jahresber. d. naturw. Ver. Osnabrück (für 1874—75).

(87) **Bosshard, Heinr.,** Zur Kenntniss der Verbindungsweise der Skelettstücke der Arme und Ranken von Antedon rosaceus Linch (Comatula mediterranea Lam.) 6 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 34. 1900. p. 65—112.

(88) **Bronn, H. G.,** Lebensverrichtungen und Entwickelung der Crinoideen. Auszug. Froriep's Notizen. Jg. 1860. Bd. 1, p. 289—292; 305—310.

(89) **Bury, H.,** The Early Stages in the Development of Antedon rosacea. 5 Taf. Phil. Trans. Vol. 179 B. 1889. p. 257—300.

(90) —— The Metamorphosis of Echinoderms. 7 Taf. Quart. Journ. Microsc. Soc. Ser. 2. Vol. 38. 1895. p. 45—135.

(91) **Busch, Wilhelm,** Ueber die Larve der Comatula. M. Fig. Müller's Arch. f. Anat. 1849. p. 400—402

(92) —— Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. 17 Taf. Berlin 1851. 143 p.

(93) **Bütschli, Otto,** Versuch der Ableitung des Echinoderms aus einer bilateralen Grundform. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43. Suppl. 1892. p. 136—160.

(94) (95) **Carpenter, P. Herbert,** Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids. 3 Fig. Journ. Anat. a. Physiol. Vol. 10. 1876. p. 571—585; ° Vol. 11. 1877. p. 87—95.

(96) —— On Comatula (Antedon) rosacea, and the family Comatulidae. Nature. Vol. 15. 1877. p. 197—198.

(97) —— On some Points in the Anatomy of Pentacrinus and Rhizocrinus. Journ. Anat. and Physiol. Vol. 12. 1877. p. 35—53.

(98) —— On the genus Actinometra Müll., with a Morphological Account of a new Species (A. polymorpha) from the Philippine Islands. 8 Taf. Trans. Linn. Soc. London. (Zool.) Ser. 2. Vol. 2. 1879—84. part. 1, p. 1—222.

(99) —— The Nervous system of Comatula. Rep. 49. Meet. British Assoc. Adv. Sc. 1879. p. 418—419.

(100) —— The chambered organ of Comatula. Zool. Anz. Jg. 2. 1879. p. 569—571.

(101) (102) —— Preliminary Report upon the Comatulae of the „Challenger" Expedition. Proc. R. Soc. London. Vol. 28 (1878—79) 1879. p. 383—395. —° Nature. Vol. 19. p. 450—451.

(103) —— On the Nomenclature of the Plates of the Crinoidal Calyx. Rep. British Assoc. Adv. Sc. Sheffield 1879. p. 333—334.

(104) —— Notes on Echinoderm Morphology. Note 1. On the Oral and Apical Systems of the Echinoderms. P. 1. 11 Fig. Quart. Journ. Microsc. Soc. N. S. Vol. 18. 1878. p. 351—383.

(105) —— Note 2. P. 2. On the Apical and Oral Systems of Echinoderms. 7 Fig. ib. p. 176—206.

(106) —— Note 3. Some disputed points in Echinoderm Morphology. ib. Vol. 20. 1880. p. 321—329.

(107) —— Note 4. The Minute Anatomy of the Brachiate Echinoderms. 2 Taf. u. 1 Fig. ib. Vol. 21. 1881. p. 169—193.

(108) —— Note 5. On the Homologies of the Apical System, with some Remarks upon the Blood-Vessels. 4 Fig. ib. Vol. 22. 1882. p. 371—386.

(109) —— Note 6. On the Anatomical Relations of the Vascular System. ib. Vol. 23. 1883. p. 597—616.

(110) —— Note 7. On the Apical System of the Ophiurids. Quart. Journ. 1 Taf. Microsc. Soc. Vol. 24. 1884. p. 1—23.

(111) **Carpenter, P. Herbert,** Note 8. On some points in the Anatomy of Larval Comatulae. 1 Fig. Quart. Journ. Microsc. Soc. N. S. Vol. 24. 1884. p. 319—327.
(112) —— On some undescribed Comatulae from the British Secondary Rocks. 1 Taf. u. 1 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 36. 1880. p. 36—55.
(113) —— On some Cretaceous Comatulae. 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 36. 1880. p. 549—558.
(114) —— On the genus Solanocrinus Goldfuss and its Relations to recent Comatulae. 4 Taf. Journ. Linnean Soc. Zool. Vol. 15. 1880. p. 187—217.
(115) —— Feather-Stars, recent and fossil. 2 Taf. Popul. Sc. Review. N. S. Vol. 4. 1880. p. 193—204.
(116) —— Note on the European Comatulae. Zool. Anz. Jg. 4. 1881. p. 520—522.
(117) —— Reports on the Results of Dredging under the Supervision of Alexander Agassiz in the Gulf of Mexico and in the Caribean Sea (1877—79), and along the Atlantic Coast of the United States during the summer of 1880, by the U. S. Coast Survey steamer „Blake", Preliminary Report on the Comatulae. 1 Taf Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 9. 1881. N. 4. p. 1—19.
(118) —— Descriptions of new or little-known Comatulae. 1. On the species of Atelecrinus and Eudiocrinus. 2. The Comatulae of the Hamburg Museum. Journ. Linnean Soc. Zool. Vol. 16. 1882. p. 487—526.
(119) —— The stalked Crinoids of the Caribean Sea. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. 10. 1882. p. 165—181.
(120) —— On the Classification of the Comatulae. Proc. Zool. Soc. London. 1882. p. 731—747.
(121) —— On some new or little-known Jurassic Crinoids. 1. The Lansdown Encrinite. 2. Two new Comatulae. 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 38. 1882. p. 29—43.
(122) —— On the relations of Hybocrinus, Baerocrinus, and Hypocystites. ib. 1882. p. 298—312.
(123) —— Reports on the Results of Dredging under the Supervision of Alexander Agassiz in the Gulf of Mexioo (1877—78) and in the Caribean Sea (1878—79) by the U. S. Coast Survey steamor „Blake". The stalked Crinoids of the Caribean Sea. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 10. 1882. N. 4. p. 165—181.
(124) —— On some Permanent Latoral Forms among the Crinoidea. Rep. British Assoc. 1881. p. 671—672.
(125) —— On certain points in the Morphology of the Blastoidea. ib. 1881. p. 418 bis 424.
(126) —— On some new or little-known Jurassic Crinoids. Abstracts of the Proc. Geol. Soc. London. N. 410. 1881. p. 21.
(127) —— On two new Crinoids from the Upper Chalk of Southern Sweden. 1 Taf. Proc. Geol. Soc. London. No. 397. 1881. p. 33—34, u. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 37. 1881. p. 128—136.
(128) —— The Comatulae of the Leyden Museum. Notes from the Leyden Museum. Vol. 3. 1881. p. 173—217.
(129) —— On the Characters of the „Lansdown Encrinite" (Millecrinus Prattii Gray sp.). Nature. Vol. 24. 1881. p. 495.
(130) —— Remarks upon the Structure and Classification of the Blastoidea. Nature Vol. 24. 1881. p. 497.
(131) —— und **Etheridge, R.,** jr., Contributions to the study of the British Palaeozoic Crinoids. No. 1. On Allagecrinus, the representative of a new family of the Carboniferous Limestone Series of Scotland. Ann. of Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 7. 1881. p. 281—298.
(132) —— On a new Crinoid from the Southern Sea. Proc. R. Soc. Vol. 35. 1883. p. 138—140.
(133) —— On the Crinoidea of the North Atlantic between Gibraltar and the Faröe Islands. Proc. R. Soc. Edinburgh. 1883—84. p. 353—378.

(134) **Carpenter, P. H.**, The Comatulae in the „Willem Barents" Expedition 1880—84. 1 Taf. Bijdragen tot de Dierkunde. Afl. 13. Ged. 4. 1884. p. 1—12.

(135) —— Report upon the Crinoidea collected during the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Part 2. The Comatulae. 70 Taf. Rep. Challenger. Vol. 26. Part. 60. 1884. 399 p.

(136) —— On the Geographical and Bathymetrical Distribution of the Crinoidea. Rep. 54. Meet. British Assoc. Adv. Sc. 1885. p. 758—760.

(137) —— On Three New Species of Metacrinus. 3 Taf. Trans. Linnean Soc. Ser. 2. T. 2. 1885. p. 435—446.

(138) —— On some Points in the Morphology of the Echinoderms, and more especially of the Crinoids. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 16. 1885. p. 100—119.

(139) —— Further Remarks upon the Morphology of the Blastoidea. Vol. 15. p. 277—300.

(140) —— On the Variations in the Form of the Cirri in certain Comatulae. 1 Taf. Trans. Linnean Soc. London. Ser. 2. Vol. 2. 1886. p. 475—480.

(141) —— Fossil Crinoids. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 17. 1886. p. 276—289; Vol. 18. 1886. p. 406—412.

(142) —— Note on the Structure of Crotalocrinus. 2 Fig. ib. Vol. 18. 1886. p. 397 bis 406.

(143) —— On the Variations in the form of the Cirri in certain Comatulae. 1 Taf. Trans. Linnean Soc. Vol. 2. 1886. p. 475—480.

(144) —— The Morphology of Antedon rosacea. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 19. 1887. p. 19—41.

(145) —— The Generic Position of Solanocrinus. ib. p. 81—88.

(146) —— Notes on Echinoderm Morphology. No. 10. On the Supposed Presence of Symbiotic Algae in Antedon rosacea. 1 Fig. Quart. Journ. Miscrosc. Sc. Ser. 2. Vol. 27. 1887. p. 379—391.

(147) —— On Crinoids and Blastoids. Proc. Geol. Assoc. Vol. 10. 1887. p. 1—10.

(148) —— Zoologische Bijdragen tot de Kennis der Karazee. 11 Rep. on the Comatulae. 1 Taf. Bijdragen tot de Dierk. Afl. 14. 1887. p. 39—49.

(149) —— Report on the Comatulae of the Mergui Archipelago, collected for the Trustees of the Indian Museum, Calcutta, by Dr. John Anderson. 2 Taf. Journ. Linnean Soc. London. Vol. 21. 1889. p. 304—316.

(150) —— On certain Points in the Anatomical Nomenclature of Echinoderma. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 9. 1890. p. 1—23.

(151) —— Notes on some arctic Comatulae. 1 Taf. Journ. Linnean Soc. London. Vol. 24. 1891. p. 53—63.

(152) —— Notes on some Crinoids from the Neighbourhood of Madeira. ib. 1891. p. 64—69.

(153) —— Some Points in the Morphology of the Cystidea. Geol. Mag. Dec. 3. Vol. 8. 1891.

(154) —— On certain Points in the Morphology of the Cysitdea. 1 Taf. Journ. Linnean Soc. London. Vol. 24. 1891. p. 1—52.

(155) **Carpenter, William B.**, Researches on the structure, physiology and development of Antedon *(Comatula Lamk.)* rosaceus. Part 1. 13 Taf. Philosoph. Trans. R. Soc. London. Vol. 156. 1866. Part 2, p. 671—756.

(156) —— Addendum to a translation of Semper's Brief Observations on the Anatomy of Comatula. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 16. 1875. p. 206—208.

(157) (158) —— On the Structure, Physiology and Development of Antedon *(Comatula Lamk.)* rosaceus. 2 Taf. Proc. R. Soc. London. Vol. 24 (1875—76). 1876. p. 211—231. — Supplemental Note to the above Paper. ib. p. 451—455.

(159) —— On the Nervous System of the Crinoidea. 1 Fig. Proc. R. Soc. Vol. 37. 1884. p. 67—76.

(160) **Chabas, F.**, Notice sur la Découverte d'une Couche abondante des Crinoides fossiles de l'espèce Pentacrinus. Chalon-sur Saône. 3 Taf. 1877. p. 1—14.

(161) **Chadwick, H. C.,** On the abnormal Specimen of Antedon rosacea. 1 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. Vol. 12. 1893. p. 195—198.

(162) **Chapman, E. J.,** On the Classification of Crinoids. Trans. R. Soc. Canada. Vol. 1. 1883. Sect. 4. 1882. p. 113—116.

(163) **Clark,** The Echinoderms of Porto Rico. 4 Taf. Bull. U. St. Fish Comm. for 1900. Vol. 2. p. 231—263.

(164) **Colini, Cosmas,** Sur quelques Zoolithes du cabinet d'histoire naturelle de S. A. E. Palatin et de Bavière à Manheim. 4 Taf. München 1782. 4°.

(165) **Coschwitz, Geo. Dan.,** Praes. de lapidibus judaicis. Diss. resp. Petr. Chsti. Wagner. 1 Taf. Halae 1724. (48 p.)

(166) **Crema, Camillo,** Addizioni agli Echinodermi del Muschelkalk die Recoaro. 1 Taf. Atti Ist. Veneto Sc. T. 54. 1896. p. 854—861.

(167) **Crety, C.,** Contribuzione alla conoscenza dell' ovo avarico. 1 Taf. Ric. Lab. Anat. Roma. Vol. 4. 1895. p. 261—281.

(168) **Cuénot, L.,** Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la série animale. Partie 2. Invertébrés. Note préliminaire. Arch. Zool. Expér. Sér. 2. T. 7. 1889. Notes p. 1—9.

(169) —— Commensaux et Parasites des Echinodermes (deuxième note). 1 Taf. Revue Biol. Lille. Année 5. 1892. p. 1—23.

(170) —— Notes sur les Echinodermes. 1. Ovogénèse et Spermatogénèse. 3 Fig. Zool. Anz. Jg. 15. 1892. p. 121—125.

(171) —— Ueber Hemispeiropsis antedonis Cuén., ein an den Comatulen lebendes Infusorium. Zool. Anz. Jg. 17. 1894. p. 316.

(172) **Cumberland, G.,** Reliquiae conservatae from the primitive materials of our present globe, with descriptions of the prominent characters of some remarkable fossil Encrinites. M. Taf. Bristol 1826. 8°.

(173) **Dalmer, C.,** Die ost-thüringischen Encriniten; mit einem Vorworte von E. E. Schmidt. 1 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 11. p. 382—402.

(174) **Danielssen, D. C.,** Norske Nordhavs-Expedition. Zoologi Part. 21. Crinoida. 5 Taf. 1892. 28 p.

(175) —— und **Koren, J.,** Fra den norske Nordhavsexpedition Echinodermer, Ilycrinus carpenterii. 2 Taf. Nyt Mag. f. Naturvid. Bd. 23. 1877. p. 45—56.

(176) **Dendy, A.,** Descriptions of a Twelve-armed Comatula from the Firth of Clyde. 1 Taf. Proc. Physic. Soc. Edinburgh. Vol. 9. 1886. p. 180—182.

(177) —— On the Regeneration of the Visceral Mass in Antedon rosaceus. Stud. Biol. Lab. Owens College. Vol. 1. 1886. p. 299—312.

(178) **Deshayes, G. P,,** Rapports sur une Encrine vivant donnée au Muséum par M. Schramm, inspecteur des douanes à la Guadeloupe. Nouv. Arch. d. Mus. d'hist. nat. T. 6. 1870. Bull. 3—6.

(179) **Desor, E.,** Notice sur les Crinoides Suisses. Bull. Soc. Sci. Nat. de Neuchatel. T. 1. 1845. p. 211—222.

(180) —— Notice sur la structure des Eugeniacrinus et de quelques autres fossiles analogues de l'Oxfordien calcaire des Laegern (Argovie). 1 Taf. Bull. Soc. Sci. de Neuchatel. T. 4. 1858. p. 197—202.

(181) **Döderlein, L.,** Bericht über die von H. Prof. Semon bei Amboina und Thursday Island gesammelten Crinoidea. 1 Taf. Denkschr. Med. Nat. Ges. Jena. Bd. 8. 1898. p. 473—480.

(182) **Dujardin, Fél.,** Sur la Comatule de la Méditerranné. L'Institut. T. 3. No. 119. 1835. p. 268.

(183) **Dujardin, F.,** et **Hupé,** Histoire naturelle des Zoophytes Echinodermes etc., in: Suites à Buffon, Paris. 627 p. 10 Taf.

(184) **Duncan, P. M.,** and **Sladen, W. P.,** A Memoir on the Echinodermata of the Arctic Sea to the West of Greenland. 6 Taf. London 1881. 82 p. Crinoidea p. 73—78.

(185) **Eck, H.,** Ueber einige Triasversteinerungen. 1 Taf. Zeitschr. d. deutschen Geol. Ges. Bd. 31. 1879. p. 254—281.

(186) — Ein monströser Sphaerocrinus. Verh. Nat. Ver. Bonn. Jg. 45. 1888. p. 110—111.

(187) — Abnormer Kelchbau bei Encrinus gracilis. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. Bd. 44. 1892. p. 138—139.

(188) **Eichwald, E. v.,** Lethaea Rossica . . . . Ancienne Période. Livr. 5. (Palaeozoic Crinoids and Cystids.) 1859.

(189) **Ellis, John,** An account of an Encrinus, or Starfish, with a jointed stem, taken on the coast of Barbadoes. 2 Taf. Philos. Trans. Vol. 52. 1761. p. 357—365.

(190) **Etheridge, R.,** Observations on the Swollen Condition of Carboniferous Crinoid Stems. 2 Taf. Proc. Nat. Hist. Soc. Glasgow. Vol. 4. Part 1. (1878—79.) 1880. p. 19—36.

(191) — **jun.,** A Monograph of the Carboniferous and Permo-Carboniferous Invertebrata of New South Wales. Part 2. Echinodermata, Annelida and Crustacea. 11 Taf. Mem. Geol. Survey New South Wales, Palaeontol. No. 5. 1892

(192) — **jun.,** and **Carpenter, P. H.,** On certain Points in the Morphology of the Blastoidea, with Descriptions of some new Genera and Species. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 9. 1882. p. 213—252.

(193) — Further Remarks on the Morphology of the Blastoidea, with Descriptions of a new British Carboniferous Genus and some new Devonian Species from Spain. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 11. 1883. p. 225—246.

(194) — **jun.,** Chapters 22, 32, 34 und 39 in Jack and Etheridge, the Geology and Paleontology of Queensland an New Guinea. 8vo. Brisbane. (Crinoids, Blastoids, and Echinoids. 1892.

(195) — and **Carpenter, P. H.,** Catalogue of the Blastoidea in the Geological Department of the British Museum, with an account of the Morphology and Systematic Position of the Group, and a Revision of the Genera and Species. 20 Taf. London 1886. 320 S.

(196) **Eudes-Deslongchamps,** Mémoire sur la couche à Leptaena, intercalée entre le lias moyen et le lias supérieur de Calvados. 2 Taf. Bull. Soc. Linn. Normand. Vol. 3. 1858. Crinoids. p. 170—184.

(197) **Field, G. W.,** On the Morphology and Physiology of the Echinoderm Spermatozoon. 2 Taf. Journ. of Morphol. Boston. Vol. 11. 1895. p. 235—270.

(198) **Follmann, Otto,** Die unterdevonischen Schichten von Olkenbach. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. u. Westfalen. Jg. 39. 1882. p. 129—179.

(199) **Follmann, O.,** Unterdevonische Crinoiden. 2 Taf. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinlande. Jg. 44. 1887. p. 113—138.

(200) **Fontannes, F.,** Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. Description de quelques espèces nouvelles ou peu connues. Crinoids p. 50—56. 1 Taf. Lyon et Paris. 1879.

(201) **Forbes, E.,** A History of British Starfishes and other Animals of the Class Echinodermata. M. Fig. London 1841. XX, 267 p.

(202) — Monograph of the Echinodermata of the British Tertiaries. 4 Taf. The Palaeontographical Soc. London. 1852. VII, 36 p.

(203) **Fraas, Eberh.,** Krankheitserscheinungen an fossilen Crinoiden. Jahr. Hft. Ver. Vaterl. Naturk. Stuttgart. Jg. 54. 1898. Sitzungsber. p. 70.

(204) **Fraipont, J.,** Recherches sur les Crinoides du Famennien (Dévonien supérieur) de Belgique. 4 Taf. Ann. Soc. Géol. Belg. T. 10. 1883. p. 45—68.

(205) **Fréminville,** Sur un nouveau genre de Zoophytes de l'ordre des Radiaires (Antedon). Nouv. Bull. Scienc. Soc. Philom. T. 2. 1841. p. 349—350.

(206) **Frenzel, Johannes,** Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. 1. Mitth. Der Darmkanal der Echinodermen. 2 Taf. Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abth. 1892. p. 81—114.

(207) **Giebel, C. G.,** Ueber lebende gestielte Crinoiden. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 47, N. F. Bd. 13, 1876. p. 521.

(208) —— Crinoideen im Kreidemergel bei Quedlinburg. 1 Taf. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 5. 1855. p. 25—34.

(209) **Goldfuss, G. A.,** Petrefacta Germaniae. Düsseldorf. 1826—35. 3 Bde. fol. m.Taf. Crinoidea in Bd. 1. p. 159—205. Taf. 49—62.

(210) **Goette, Alexander,** Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Comatula mediterranea (Antedon rosacea). 4 Taf. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 12, 1876. p. 583 bis 648.

(211) **Gottsche, R.,** Ueber den Bau des Kelches bei einigen Cystideen. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin. 1886. p. 13.

(212) **Grabau, Amadeus W.,** Notes on the Development of the biserial Arm in certain Crinoids. 11 Fig. American Journ. Sc. Ser. 4. Vol. 16. 1903. p. 289—300.

(213) **Graff, L. von,** Stylina comatulicola, ein neuer Schmarotzer der Comatula mediterranea. Zeitschr. f. wiss. Zool. Suppl. Bd. 25. 1875. p. 124—126.

(214) —— Ueber einige Deformitäten an fossilen Crinoiden. 1 Taf. Palaeontographica. Bd. 31. 1885. p. 185—191.

(215) **Granger, A.,** Histoire naturelle de la France. 187 Fig. Paris 1886. (375 p.).

(216) **Gray, J. Edw.,** Notice on the digestive organs of the genus Comatula Lam., and on the Crinoidea of Miller. Ann. Philos. N. Ser. Vol. 12. 1826. p. 392—394.

(217) —— Description of a new Pear-Encrinite found in England. Phil. Mag. Vol. 4. 1828. p. 219—220.

(218) —— Characters of a new genus of Radiata (Ganymeda pulchella). Proc. Zool. Soc. London. Part 2. 1833. p. 15—16.

(219) —— Notes on Holopus and Pentacrinus. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 8. 1871. p. 394—396.

(220) **Greeff, Richard,** Ueber den Bau der Echinodermen. Mitth. 4, 5. 5 Fig. Sitzgsber. Marburger Ges. 1876. N. 1. p. 1—29; 1876. N. 5. p. 88—95; N. 4. 1879. p. 47—54.

(221) —— Echinodermen, beobachtet auf einer Reise nach der Guinea-Insel Sao Thomé. Zool. Anz. Jg. 5. 1882. p. 114—120; p. 135—139; p. 156—159.

(222) **Grieg, J. A.,** Om Echinodermfauna i de vestlandske fjorde. 2 Fig. Bergens Mus. Aarbog f. 1894 95. No. 12. (13 p.).

(223) —— Skrabninger i Vaagsfjorden og Ulvesund, ytre Nordfjord. Bergens Mus. Aarbog f. 1897. No. 16. (27 p.).

(224) —— Oversigt over det nordlige Norges Echinodermer. 1 Taf. u. 2 Fig. Bergens Mus. Aarbog f. 1902. N. 1. 38 p.

(225) **Grimm, Oskar,** Zum feineren Bau der Crinoiden. 1 Taf. Bull. de l'Acad. imp. St. Petersbourg. T. 17. 1872. p. 3—9.

(226) **Grinnell, G. B.,** On a new Crinoid from the Cretaceous Formation of the West. 1 Taf. American Journ. Sci. and Arts. Ser. 3. Vol. 12. 1876. p. 81—83.

(227) **Grube, Ed..** Ueber einige noch unbeschriebene Comatulen aus Nord-Borneo. 53. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur (1875) 1876. p. 74—75.

(228) **Guettard,** Mémoire sur les Encrinites et les pierres etoilées, dans lequel on traitera aussi des Entroques .... 6 Taf. Mém. de l'Acad. R. des sciences pour l'année 1755. Paris 1761. p. 224—263 und 318—354.

(229) **Guilding,** Notice of the Discovery of a recent Encrinus. Zool. Journ. Vol 4. 1828—29. p. 173—175.

(230) **Hagenow, F. v.,** Monographie der Rügenschen Kreide-Versteinerungen. Abth. 2 Radiarien und Annulaten. 1 Taf. Neues Jahrb. f. Mineral. Jg. 1840 p. 631—672.

(231) **Hall, James,** On the occurrence of an internal convoluted plate within the body of certain species of Crinoidea. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 10 (1864—66. 1866. p. 33—34.

(232) **Hallez, Paul,** Dragages effectués dans le Pas-de-Calais. Rev. Biol. Lille Année 4. 1892.

(233) **Hamann, Otto,** Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46. 1887. p. 80–98.

(234) —— Vorläufige Mittheilungen zur Morphologie der Crinoiden. 1. Das Nervensystem. Nachrichten Ges. Wiss. Göttingen. 1888. p. 127—131.

(235) —— Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. 12 Taf. Jena 1889 (u. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 23. 1889. p. 233—388).

(236) **Hambach, O.,** Contribution to the anatomy of the genus Pentremites, with description of new species. 2 Taf. Trans. Acad. Sc. of St. Louis. Vol. 4. Nr. 1. 1880. p. 145—160.

(237) —— **G.,** Notes about the Structure and Classification of the Pentremites. M. Fig. Trans. Acad. St. Louis. Vol. 4. 1884. p. 537—547.

(238) **Hara, Juta,** Description of a new species of Comatula. Antedon macrodiscus n. sp. Zool. Mag. Tokyo Vol. 7. 1895. p. 115—116.

(239) **Harenberg, Joa Chph.,** Encrinus seu lilium lapideum etc. 3 Taf. Wolfenbüttel 1729. (24 p.).

(240) **Hartlaub, Ch.,** Die Comatuliden [der Albatross-Expedition 1891.] 4 Taf. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 27. 1895. p. 129—152.

(241) **Herdman, W. A.,** The Pentacrinoid Stage of Antedon rosaceus. Nature. Vol. 31. 1884. p. 634.

(242) —— The marine Zoology, Botany and Geology of the Irish Sea. Rep. 66. Meeting British Associat. Adv. Sc. 1897. p. 417—450.

(243) —— Fourteenth Annual Report of the Liverpool Marine Biology Committee and their Biological Station at Port Erin. 7 Taf. Proc. Liverpool Biol. Soc. Vol. 15. 1901. p. 19—84.

(244) **Hessel, Joh. Friedr. Chr.,** Einfluss des organischen Körpers auf den unorganischen, nachgewiesen an Encriniten, Pentacriniten und anderen Thierversteinerungen. 4 Taf. Marburg 1827. 8°.

(245) **Heusinger, Carl Friedrich,** Bemerkungen über den Verdauungscanal der Comatulen. 1 Taf. Meckel's Arch. f. Anat. u. Phys. 1826. p. 317—324.

(246) —— Anatomische Untersuchung der Comatula mediterranea. 2 Taf. Heusinger's Zeitschr. f. organ. Phys. Bd. 3. 1829. p. 366—374.

(247) **Hiemer, Eberh. Fr.,** Caput Medusae utpote novum diluvii universalis monumentum. Stuttgart 1724. 4.

(248) **Hinde, G. J.,** Description of a new Species of Crinoids with Articulating Spines. 1 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 15. 1885. p. 157—173.

(249) **Hoffmann, C. K.,** Die Echinodermen gesammelt während der Fahrten des „Willem Barents" in den Jahren 1878 und 1879. 1 Taf. Niederländ. Arch. Zool. Suppl.-Band 1. 1882. 20 p.

(250) **Hughes, W. R.,** Antedon rosaceus (Comatula rosacea). Nature. Vol. 15. 1877. p. 7.

(251) **Jaekel, Otto,** Ueber Kelchdecken von Crinoiden. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin f. 1891. p. 7—12.

(252) —— Ueber Haplocriniden mit besonderer Berücksichtigung der Stramberger Formen. 10 Taf. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1891. p. 557—671.

(253) —— Ueber Plicatocriniden, Hyocrinus und Saccocoma. 6 Taf. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 44. 1893. p. 616—696.

(254) —— Entwurf einer Morphogenie und Phylogenie der Crinoiden. Sitzungsber. Berl. Ges. Naturf. Freunde f. 1894. p. 101—121.

(255) —— Ueber die Organisation der Cystoideen. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 5 Vers. 1895. p. 109—121.

(256) —— Beiträge zur Kenntniss der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. 10 Taf. u. 29 Fig. Paläontol. Abhandl. Dames u. Kayser. Bd. 3. 1895. Heft 1. 116 p.

(257) **Jaekel, Otto,** Ueber die Abstammung der Blastoideen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1896. p. 689—691.

(258) —— Ueber das Darmsystem der Pelmatozoen. 12 Fig. Sitzungsber. Ges. Nat.-Freunde Berlin. 1897. p. 29—35.

(259) —— Referat über E. Haeckel, Die Amphorideen und Cystideen 1896. Neues Jahrb. f. Min. Geol. Palaeontol. 1897. Bd. 1. p. 386—395.

(260) —— Ueber einige paläozoische Gattungen von Crinoiden. 3 Fig. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 49. 1898. p. 44—48.

(261) —— Stammesgeschichte der Pelmatozoen. Bd. 1. Thecoidea und Cystoidea. 18 Taf. u. 88 Fig. Berlin 1899. (442 p.).

(262) **Jeffweys, J. Gryn,** On a Pentacrinus (P. Wyville Thomsoni) from the Coasts of Spain and Portugal. Rep. 40. Meet. British Assoc. Adv. Sc. 1870 (1871). Notic. p. 119.

(263) **Jelly, H.,** The Lansdown Encrinite. 1 Taf. Bath and Bristol Mag. Vol 2. 1833. N. 5. p. 36—47.

(264) **Jickeli, C. F.,** Vorläufige Mittheilungen über den Bau der Echinodermen. Zool. Anz. Jg. 7. 1884. p. 346—349; p. 366—370.

(265) —— Ueber einen der Begattung ähnlichen Vorgang bei Comatula mediterranea. ib. 1884. p. 448—449.

(266) **Keyes, C. R.,** On the Attachment of Platyceras to Palaeocrinoids, and its Effects în Modifying the Form of the Shell. Proc. American Phil. Soc. Vol. 25. 1889. p. 231—243.

(267) —— The Carboniferous Echinodermata of the Mississippi Basin. American Journ. Sc. Vol. 38. 1889. p. 186—193.

(268) —— Remarks on the Perisomic Plates of the Crinoids. American Journ. Sc. Ser. 3. Vol. 41. 1890. p. 247—248.

(269) **Klem, Mary,** The Development of Agaricocrinus. 4 Taf. Trans. Acad. Sc. St. Louis. Vol. 10. 1900. p. 167—184.

(270) **Koehler, R.,** Echinodermes de la Baie d'Amboine (Holothuries et Crinoïdes). Rev. Suisse Zool. T. 3. 1895. p. 275—293.

(271) —— Catalogue raisonné des Echinodermes recueillis par M. Korotnev aux Iles de la Sonde. 1 Taf. Mém. Soc. Zool. France. T. 8. 1895. p. 374—423.

(272) —— Draguages profonds exécutés à bord du „Caudan“ dans le golfe de Gascogne 1895. Rapport préliminaire sur les Echinodermes. 16 Fig. Rev. Biol. Lille. Année 7. 1886. p. 439—496.

(273) —— Echinodermes in: Koehler, Res. Sc. Campagne „Caudan“. 4 Taf. Lyon 1896. p. 33—127.

(274) —— Note préliminaire sur les Echinides, Ophiures et Crinoides recueillis en 1898 et 1899 par la „Princesse Alice“ dans les regions arctiques. Bull. soc. Zool. France. Vol. 26. 1901. p. 98—103.

(275) —— et **Bather, F. A.,** Gephyrocrinus grimaldii, Crinoïde nouveau provenant des campagnes de la „Princesse Alice“. 4 Fig. Mém. soc. zool. France. T. 15. 1902. p. 68—79.

(276) **Koenen, A. von,** Die Kulmfauna von Herborn. 2 Taf. Neués Jahrbuch f. Mineral. Geol. Palaeontol. 1879. p. 309—346.

(277) —— Beitrag zur Kenntniss der Crinoiden des Muschelkalks. 1 Taf. Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Bd. 34. 1887. p. 1—42.

(278) —— Ueber die Entwickelung von Dadocrinus gracilis v. Buch und Holocrinus wagneri Ben. und ihre Verwandtschaft mit anderen Crinoiden. 6 Fig. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Physik. Cl. f. 1895. p. 283—293.

(279) **König, Anton,** Hemispeiropsis stycholonchae nov. gen et sp. Sitzungsber. Akad. Wien. Bd. 103. 1894. p. 55—60.

(280) **Koninck, L. de,** et **Le Hon, H.,** Recherches sur les Crinoides du Terrain Carbonifère de la Belgique. 7 Taf. Bruxellea 1854. 208 p.

(281) **Korschelt, E.**, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. 6 Taf. Zool. Jahrb. Abth. f. Morph. Bd. 4. 1889. p. 1—154.
(282) **Krukenberg, C. Fr. W.**, Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen. Vergleichend-physiologische Studien. 2 Fig. 2. Reihe 1882. Abt. 1. p. 76—82.
(283) **Kuhl, van Hasselt, Müller, Sal., et Herklots, J. A.**, Échinodermes peintes d'après Nature. Bijdragen tot de Dierkunde. Uitgeven door het Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam. Negende Afl. 1869. Crinoids Taf. 9. 10. p. 10—11.
(284) **Kunisch, H.**, Ueber den ausgewachsenen Zustand von Encrinus gracilis Buch. 1 Taf. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin. Bd. 35. 1883. p. 195—198.
(285) **Lacaze-Duthiers, H. de**, Note sur une station d'une Encrine vivante (Pentacrinus Europaeus) sur les côtes de France. Compt. Rend. Acad. Sc. T. 69. 1869. p. 1253—1256.
(286) —— Station du Pentacrinus europaeus sur les côtes de France. Arch. de zool. expér. et gén. 1872. Notices et Rep. p. 10—13.
(287) —— Nouvelles. Arch. zool. expér. et gén. 1872. Notices et Rep. p. 45—46.
(288) **Lamarck, J.**, Système d'Animaux sans vertèbres. 2. Edition. Paris 1835. Crinoids. T. 2. p. 649—876, u. T. 3. p. 204—214.
(289) **Lang, Fred. H.**, Comatula rosacea. Nature. Vol. 14. 1876. p. 527.
(290) **Laube, G. C.**, Encrinus cassianus Lbe. und dessen Verhältnisse zu bekannten Encriniten. Wiener Verhandl. Geol. Bd. 14. 1864. p. 207—208.
(291) —— Die Fauna der Schichten von St. Cassian; ein Beitrag zur Paläontologie der Alpinen Trias. Abth. 1. Spongiarien, Corallen, Echiniden und Crinoiden. 10 Taf. Denkschrift K. Akad. Wiss. Wien. Bd. 24. 1865. Abth. 2. p. 223—296.
(292) **Leach, William Elford**, The zoological miscellany; being descriptions of new, or interesting animals. Illustrated with coloured figures, drawn from nature by R. P. Nodder. 3 Bde. London 1814. 1815. 1817. Crinoids in Bd. 2. p. 61 bis 63. 1 Taf.
(293) **Leuckart, F. S.**, Einiges über das Asteroiden-Geschlecht Comatula Lam., überhaupt und über Comatula mediterranea insbesondere. Heusinger, Zeitschr. f. organ. Phys. Bd. 3, 1833. p. 375—391; 478—479.
(294) —— Ueber Comatula, Pentacrinus und Myzostoma. Frorieps Not. Bd. 50, No. 1087, 1836. p. 129—131.
(295) **Levinsen, G. M. R.**, Kara Havets Echinodermata. 2 Taf. Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte. Kjobenhavn 1886. p. 383—418.
(296) **Linck, J. H.**, De Stellis Marinis liber singularis. 42 Taf. Lipsiae 1733. XXII, 107 p.
(297) **Linnaeus, C.**, Systema Naturae. Ed. 13. cura J. F. Gmelin. Lipsiae 1793. Crinoiden in Bd. 1. Pars 4. p. 3166—3167, 3794.
(298) **Loriol, P. de**, Monographie des Crinoides fossiles de la Suisse. Genève 1877 bis 1879. 21 Taf. p. 1—300.
(299) —— Description of a new species of Bourgueticrinus. 1 Taf. Journ. of Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5. 1882. p. 118.
(300) —— Paléontologie française. Terrain Jurassique. T. 11. Crinoides. 1. Partie 1882 bis 1884. 121 Taf. 627 p. 2. Partie 1884—1889. 108 Taf. 580 p.
(301) —— Notes sur deux Echinodermes nouveaux. 1 Taf. Bull. Soc. Géol. France. Sér. 3. T. 17. p. 150—156.
(302) —— Note pour servir à l'étude des Echinodermes. 8. 4 Taf. Rev. Suisse Zool. T. 8. 1900. p. 55—96.
(303) —— Catalogue raisonnée des Echinodermes recueillis par M. V. de Robillard à l'île Maurice 3. Ophiurides et Astrophytides. 3 Taf. Mém. Soc. Phys. N. H. Genève. T. 32. 1894. 64 p.
(304) —— Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. 4. 3 Taf. Rev. Suisse Zool. T. 2. 1894. p. 467—497.

(305) **Loriol, P. de'**, Etudes sur quelques Echinodermes de Cirin. M. Taf. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon. T. 6. 1895. 7 p.

(306) —— Notes pour servir à l'étude des Echinodermes 5. 3 Taf. Mém. Soc. Physiq. H. Nat. Genève. Vol. 32. 1897. No. 9. (26 p.); 6. 3 Taf. Rev. Suisse Zool. T. 5. 1897. p. 141—178.

(307) —— Descriptions de quelques Echinodermes, appendice à la note de M. E. Pellat sur le Burdigalien supérieur. 1 Taf. Bull. Soc. Géol. France. Sér. 3. Vol. 25. p. 115—129.

(308) **Lovén, Sven**, Phanogenia, ett hittills okändt slägte af fria Crinoideer. 1 Fig. Öfv. k. Vet. Akad. Förh. Arg. 23. 1866 (1867). p. 223—233.

(309) —— Om Leskia mirabilis. ib. 1867. p. 431—440.

(310) —— (Om Hyponome Sarsi). Forh. Skandinav. naturforsk. 10. Mode. Christiania (1868) 1869. p. 54—55; Dass. Öfv. k Vet. Akad. Förh. Arg. 26. 1869 (1870). p. 729—731.

(311) **Ludwig, Hubert**, Zur Anatomie der Crinoideen. Eine vorläufige Mittheilung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 26, H. 3. 1876. p. 361—362.

(312) — Beiträge zur Anatomie dei Crinoideen. Göttinger Nachrichten 1876. p. 105 bis 114; p. 353—360.

(313) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. 8 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 28. 1877. p. 255—353. (= Morphologische Studien an Echinodermen. Bd. 1, p. 1—100.)

(314) —— Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis M. Sars. Göttinger Nachrichten 1876. p. 675—680; Dass. 2 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29. 1877. p. 47—76.

(315) —— Echinodermenstudien. Zool. Anz. Jg. 2. 1879. p. 540—542.

(316) —— Ueber den primären Steinkanal der Crinoideen nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. 2 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 34. 1880. p. 310—332 (Morphol. Stud. an Echinodermen. Bd. 2. H. 1. p. 34—56).

(317) —— Die Bildung der Eihülle bei Antedon rosacea. 3 Fig. Zool. Anz. Jg. 3. 1880. Nr. 65. p. 470—471.

(318) —— Verzeichniss der von Prof. Ed. van Beneden an der Küste von Brasilien gesammelten Echinodermen. Mém. cour. et des sav. étrang. p. p. l'Acad. Roy. de Belgique. T. 44. 1882. 26 p.

(319) —— Crinoideen. Ergeb. d. Hamb. Magalh. Sammelreise. Lief. 4. No. 4. 1899. (7 p.)

(320) —— Echinodermen des Sansibargebietes. Abh. Senckenberg. Ges. Frankfurt. Bd. 21. 1899. p. 535—563.

(321) **Lütken, C. F.**, Om Vestindiens Pentacriner med nogle Bemaerkninger om Pentacriner og Sölilier i Almindelighed. 2 Taf. Vidensk. Meddel. f. d. nat. Foren. i Kjobenhavn. 1864. N. 13—16. p. 195—245.

(322) ———— Communication of Lovén's article on Leskia mirabilis Gray. Canadian Natural. N. S. Vol. 3. 1868. p. 437—442.

(323) —— Hyponome Sarsi, a recent Australian Echinoderm, closely allied to the Palaeozoic Cystidea, described by Prof. Loven; with some remarks on the mouth and anut in the Crinoidea ans Cystidea. Canadian Natural. N. S. Vol. 4. 1869. p. 267—270.

(324) Endnu et Par Ord om de gamle Söliliers „Snabel" og Mund, with French resumé. Vidensk. Medd. f. d. nat. Foren i Kjobenhavn. 1869. p. 160—188.

(325) —— A remarkable Echinoderme. American Naturalist. Vol. 3. 1870. p. 495 bis 496.

(326) **M'Coy**, On some new Mesozoic Radiata. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 2. Vol. 2. 1848. p. 397—420.

(327) **Mac Munn, C. A.**, Further Observations on some of the Applications of the Spectroscope in Biology, with special reference to the Presence of Chlorophyll in Animals. 2 Taf. Proc. Birmingham Phil. Soc. Vol. 5. 1886. p. 177—218.

(328) **Mac Munn, C. A.,** Notes on some Animal Colouring Matters examined at the Plymouth Marine Biological Laboratory. Journ. Mar. Biol. Ass. Ser. 2. Vol. 1. 1889. p. 55—62.

(329) —— Contributions to animal Chromatology. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2. Vol. 30. 1889. p. 51—96.

(330) **Marchisio, P.,** Echinodermi del Golfo di Rapallo. Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino. Vol. 11, No. 227. (4 p.)

(331) **Marenzeller, E. von,** Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der k. k. Oesterr.-Ungar. Nordpol-Expedition. 4 Taf. Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. 35. 1877. p. 357—398.

(332) —— Neue Echinodermen aus dem Mittelmeere. Sitzungsber. Akad. Wien. Bd. 102. 1893. p. 66—70.

(333) —— Echinodermen, gesammelt 1890, 1891 und 1892. 4 Taf. Ber. Comm. Erf. Oestl. Mittelmeer. Zool. Ergebnisse. 1. Denkschr. Akad. Wien. B. 60. 1894. p. 1—24.

(334) —— Echinodermen, gesammelt 1893, 1894. 1 Taf. Denkschr. Akad. Wien. Bd. 62. 1895. p. 123—148

(335) **Marion, A. F.,** Draguages au Large de Marseille. 4 Taf. Ann. d. Sc. Nat. Sér. 6. Zool. T. 8. 1879. 48 p.

(336) **Marshall, A. M.,** On the Nervous System of Antedon rosaceus. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2. Vol. 24. 1884. p 507—548.

(337) —— [On the nervous system of Antedon.] Rep. 54. Meet. British Assoc. Adv. Soc. 1885. p. 256—258.

(338) —— **William S.,** The Genitalpores of the Male Antedon rosacea. 2 Fig. Zool. Anz. Bd. 25. 1902. p. 209—211.

(339) **Meckel, J. Fr.,** Ueber die Oeffnungen des Speisecanals bei den Comatulen. Meckel's deutsch. Arch. f. Physiol. Bd. 8. 1823. p. 470—477.

(340) **Meek, F. B.,** and **Worthen, A. H.,** Notes on some points in the sructure and habits of the Palaeozoic Crinoids. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia for 1868. 1869. p. 323—334.

(341) —— Note on the new genus Uintacrinus Grinnell. M. Fig. Bull. U. St. Geol. Geogr. Survey Territ. Vol. 2. N. 4. 1876. p. 375—378.

(342) —— and **Worthen, A. H.,** Palaeontology of Illinois. Vol. 5. 1873. p. 323 bis 619. 32 Taf.

(343) **Meneghini, G.,** I Crinoidi Terziarii. Atti della Soc. Toscana d. Sci. Nat. Vol. 1. 1875. p. 36—59.

(344) —— Nuove osservazioni sui Crinoidi terziarii. Proc. verb. della Soc. Toscana d. Sci. Nat. 1878. p. 31—32.

(345) **Merian, P.,** Beiträge zur Kenntniss der Crinoiden des Jura. Ber. üb. d. Vers. deutscher Naturf. in Basel. Vol. 8. Basel 1849. p. 27—29.

(346) **Metschnikoff, E.,** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte einiger niederen Thiere. Bull. Acad. Sci. St. Petersbourg. T. 15. 1871. p. 502—509.

(348) **Meyer, Hermann von,** Isocrinus und Chelocrinus, zwei neue Typen aus der Abtheilung der Crinoideen. 1. Taf. Museum Senckenbergianum. Abh. a. d. Geb. d. beschreib. Naturgesch. Bd. 2, H. 3. 1837. p. 249—263.

(349) —— Fische, Crustaceen, Echinodermen und andere Versteinerungen aus dem Muschelkalk Oberschlesiens. Palaeontographica. Bd. 1. 1851. Crinoideen. p. 260—275.

(350) **Michelin, H.,** Description d'un nouveau genre de la famille des Crinoides. Rev. et Mag. Zool. Sér. 2. T. 3. 1851. p. 93—94.

(351) **Miller, J. S.,** A Natural History of Crinoidea or Lilyshaped Animals, with observations on the genera Asterias, Euryale, Comatula and Marsupites. 50 Taf. Bristol 1821. 150 p. 4°.

(352) **Miller, S. A.,** Description of some new and remarkable Crinoids, and other fossils of the Hudson River Group, and notice of Strotocrinus Bloomfieldensis. 1 Taf. Journ. of the Cincinnati Soc. of Nat. Hist. Vol. 4. No. 1. 1881. p. 69—77.

(353) **Miller, S. A.,** Descriptions of new species of Fossils. 1 Taf. ib. No. 3. p. 259 bis 264.
(354) —— New species of fossils and remarks upon others from the Niagara Group of Illinois. 1 Taf. ib. No. 2. p. 166—176.
(355) —— Description of two new Genera and eight new Species of Fossils from the Hudson River Group, with Remarks upon others. 2 Taf. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5. 1882. p. 34—44.
(356) —— Description of ten new species of fossils. 2 Taf. ib. p. 79—88.
(357) —— Description of three new orders and four new families, in the class Echinodermata, and eight new species from the silurian and devonian formations. 1 Taf. ib. 1883. p. 221—231.
(358) —— and **Gurley, Wm. F. E.,** Description of Some New Species of Invertebrates from the Palaeozoic Rocks of Illinois and Adjacent States. 7 Taf. Illinois State Mus. Nat. Hist. No. 3. 1894.
(359) —— Upper Devonian and Niagara Crinoids. 3 Taf. ib. 1894. Bull. No. 4. 37 p.
(360) —— New Genera and Species of Echinodermata. 5 Taf. ib. Bull. No. 5. 53 p.
(361) —— New Species of Crinoids from Illinois and other States. 5 Taf. Bull. Illinois Mus. Nat. Hist. 1896. No. 9. 66 p.
(362) —— New Species of Crinoids, Cephalopods and other Palaeozoic Fossils. 5 Taf. Bull. Illinois Mus. Nat. Hist. 1897. No, 12. 69 p.
(363) **Mitchill, Sam. L.,** A group of Polypes belonging to the family of Comatula, with an extraordinary from an configuration form the Indian Seas. Silliman's American Journ. Vol. 5. 1822. p. 46—47.
(364) **Moore, C.,** On the presence of the genera Plicatocrinus, Cotyledcrma, and Solanocrinus in British Strata. Geol. Mag. N. S. Dec. 2. Vol. 2. 1875. p. 626—627.
(365) **Morière, J.,** Note sur les Crinoides des Terrains Jurassiques du Calvados. Bull. Soc. Linn. Normandie. Sér. 3. Vol. 3. 1879. p. 323—332; Vol. 4. 1880. p. 1 bis 22. 2 Taf.
(366) —— Deux genres de Crinoides de la Grande Oolithe. 1 Taf. ib. Vol. 5. 1881. p. 78—87.
(367) **Mortensen, Th.,** Echinoderms from East Greenland. 2 Taf. Meddelelser om Gronland. Vol. 29. 1903. p. 65—89.
(368) **Müller, Johannes,** Ueber den Bau von Pentacrinus caput Medusae. 6 Taf. Abh. Berl. Akad. Wiss. 1841. Phys. Kl. p. 177—248.
(369) —— Ueber die Gattungen und Arten der Comatula. Monatsber. Akad. Wiss. Berlin. 1841. p. 179—189.
(370) —— Neue Beiträge zur Kenntniss der Arten der Comatula. Arch. f. Naturgesch. Bd. 9. 1843. p. 131—136.
(371) —— Nachtrag zu der Abhandlung über die Comatulen. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin 1846. p. 177—179.
(372) —— Ueber die Gattung Comatula Lam. und ihre Arten. Abhandl. K. Akad. Wiss. Berlin. 1847. Phys. Kl. p. 237—265.
(373) —— Ueber den Bau der Echinodermen. 9 Taf. Abhandl. K. Akad. Wiss. Berlin. 1854. Bd. 45. p. 123—219.
(374) **Mylius, Christlob,** Beschreibung einer neuen Grönländischen Thierpflanze. 1 Taf. London 1753. 4°. 19 p.
(375) **Neumayr, M.,** Morphologische Studien über fossile Echinodermen. 2 Taf. Sitzgsber. K. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. Bd. 84. Abth. 1. 1881. p. 143 bis 176.
(376) —— Die Stämme des Thierreichs. Bd. 1. Wien 1889. VI, 693 p. 8°.
(377) **Noelli, A.,** Contribuzione allo studio dei Crinoidi terziarii del Piemonte. 1 Taf. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Milano. Vol. 39. 1900. p. 19—49
(378) **Nordgaard, O.,** Enkelte träk af Beitstadfjordens evertebratfauna (Polyzoa, Echinodermata, Hydroidae) Bergens Mus. Aarbog f. 1892. N. 2. 11 p.

(379) **Norman, A. M.,** On the Genera and Species of the British Echinodermata. Part 1. Crinoidea, Ophiuroidea, Asteroidea. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 3. Vol. 15. 1865. p. 98—129.

(380) **Oehlert, D.,** Description de deux nouveaux genres de Crinoides du terrain dévonien de la Mayenne. 2 Taf. Bull. de la Soc. géol. de France. Sér. 3. T. 7. 1879. Nr. 1. p. 6—11.

(381) —— Crinoides nouveaux du Dévonien de la Sarthe et de la Mayenne. 2 Taf. Bull. Soc. Géol. France. Sér. 3. T. 10. 1882. p. 352—363.

(382) —— Spyridiocrinus. 2 Taf. ib. Vol. 19. 1891. p. 220—227.

(383) —— Deux Crinoides nouveaux du Dévonien. 1 Taf. ib. Vol. 19. 1892. p. 834—853.

(384) —— Fossiles dévoniens de Sta. Lucia. 3 Taf. ib. Vol. 24. 1896. p. 814—885.

(385) **Oersted,** Pentacrinus Mülleri n. sp. Förhandl. Skandinav. Naturforsk. Möde 7. Christiania. (1856) 1857. p. 202—203.

(386) **Östergren, Hjalmar,** Ueber die von der schwedischen zoologischen Polarexpedition 1900 eingesammelten Asteroidea, Echinoidea, Holothurioidea und Crinoidea. Zool. Anz. Bd. 24. 1901. p. 252—253.

(387) **D'Orbigny, Alc.,** Mémoire sur une seconde espèce vivante de la famille des Crinoides ou Encrines, servant de type au nouveau genre Holope (Holopus). 1 Taf. Mag. de zool. Année 7. 1837. Cl. 10. p. 1—8. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. 4. 1837. p. 329—331. Deutsch: Arch. f. Naturgesch. Jg. 5. 1839. Bd. 1. p. 185—187.

(388) —— Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux Mollusques et Rayonnées. Paris 1850—51. 3 Vol.

(389) —— Histoire naturelle générale et particulière des Crinoides vivans et fossiles. comprenant la description zoologique et géologique de ces animaux. Livr. 1—3, 18 Taf. Paris 1840—1858. 4°. 97 p.

(390) **Pascoe, Francis P.,** [Antedon and Comatula: priority of name.] Nature. Vol. 15. 1877. p. 198.

(391) **Peach, Charles W.,** On the Occurrence of the „Rosy Feather Star“ (Comatula rosacea, on the Eastern Shores of Scotland, especially on that of Caithness. Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh. Vol. 3. (1862—1863.) 1864. p. 81—83.

(392) **Pearce, J. C.,** On the Locomotive and Non-Locomotive Powers of the family Crinoidea. Proc. Geol. Soc. London. Vol. 4. 1843. p. 159—160.

(393) **Perrier, Edmond,** Note sur l'anatomie de la Comatule (Comatula rosacea de Blainville).. Compt. Rend. Acad. Sc. T. 76. 1873. p. 718—720.

(394) —— Note on the anatomy of Comatula rosacea. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 11. 1873. p. 466—468.

(395) —— Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea (Antedon rosaceus Linck). 3 Taf. Arch. de Zool. expér. et gén. T. 2. 1873. p. 29—86.

(396) —— Sur un nouveau Crinoide fixé, le Democrinus parfaiti, provenant des dragages du „Travailleur“. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. 96. 1883. p. 450—452.

(397) —— Sur des Eudiocrinus de l'Atlantique, et sur la nature de la faune des grandes profondeurs. ib. p. 725—728.

(398) —— Echinodermes. Sur l'organisation des Crinoides ib. T. 96. 1883. p. 187—189.

(399) —— Sur le développement des Comatules. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. 98. 1884. p. 444—446.

(400) —— Anatomie des Echinodermes; sur l'organisation des Comatules adultes. ib. 1884. p. 1448—1450.

(401) —— Mémoire sur les Étoiles de Mer recueillies dans la mer des Antilles et le Golfe de Mexique durant les expéditions de dragage faites sous la direction de M. Alexandre Agassiz. 10 Taf. Nouv. Arch. du Mus. d'Hist. Nat. Sér. 2. T. 6. 1884. p. 126—276.

(402) —— Les Encrines vivants. Rev. Sc. Paris. T. 35. 1885. p. 690—693.

(403) **Perrier, E.**, Sur le développement de l'appareil vasculaire et de l'appareil génital des Comatules. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. 100. 1885. p. 431—434.

(404) —— Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Mediterranée (Antedon rosacea Linck). 9 Taf. Nouv. Arch. du Mus. d'Hist. nat. Sér. 2. T. 9. 1886. p. 53—176. u. Paris 1886. 10 Taf. 300 p.

(405) —— Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée (Suite et fin). 2 Taf. Nouv. Arch. Mus. H. N. Paris. Sér. 3. T. 2. 1890. p. 1—87.

(406) **Pfeffer, Georg**, Echinodermen von Ternate. Echiniden, Asteriden, Ophiuriden und Comatuliden. Abhandl. Senckenberg. Ges. Frankfurt. Bd. 25. 1900. p. 81—85.

(407) —— Echinodermen von Ost-Spitzbergen nach der Ausbeute der Herren W. Kükenthal und Alfred Walter im Jahre 1889. Zool. Jahrb. Abth. System. Bd. 8. 1894. p. 100—127.

(408) **Philippi, R. A.**, Alecto alticeps n. sp., eine tertiäre Comatula-Art von Palermo. Neues Jahrb. f. Mineral. Jg. 1844. p. 540—542.

(409) **Picard, K.**, Ueber eine neue Crinoideen-Art aus dem Muschelkalk der Hainleite bei Sondershausen. 1 Taf. Zeitschr. d. Deutsch Geol. Ges. Jg. 1883. p. 199—202.

(410) **Pictet, F. J.**, Traité de Paléontologie, ou Histoire Naturelle des Animaux Fossiles considérés dans leurs rapports zoologiques et geologiques Édit. 2. Paris 1857. Crinoidea. T. 4. p. 278—345. Taf. 99—102.

(411) **Pompeckj, J. F.**, Die Fauna des Cambrium von Tejřovic und Skrej in Böhmen. 5 Taf. Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt Wien. Bd. 45. 1896. p. 495—614.

(412) —— Paläontologische und stratigraphische Notizen aus Anatolien. 3 Taf. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 49. 1897. p. 713—828.

(413) **Pourtalès, L. F. de**, Contributions to the Fauna of the Gulf Stream at great Depths. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 1. N. 6, 7 1867—68. p. 103—142.

(414) —— List of the Crinoids obtained on the Coasts of Florida and Cuba, by the U. S. Coast Survey Gulf Stream Expeditions, in 1867, 1868, 1869. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 1. N. 11. 1869. p. 355—358.

(415) —— Zoological Results of the Hassler Expedition — Crinoids and Coals. 6 Taf. Ill. Cat. Mus. Comp. Zool N. 8. 1874. p. 27—52.

(416) —— Description d'un Holopus Rangii dragué aux îles Barbades. Journ. d. Zool. T. 4. 1875. p. 42—44.

(417) —— Report on the results of Dredging in the Gulf of Mexico, by the Blake. — Crinoids. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 5. Nr. 9. 1878. p. 214—216. — Description of a young Holopus by A. Agassiz. 2 Fig. ib. p. 213.

(418) **Pruvot, G.**, Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (côtes de Bretagne) comparés à ceux du golfe du Lion, avec catalogue des Invertébrés benthiques du golfe du Lion et de la Manche occidentale. 6 Taf. Arch. Zool. Expér. Sér. 3. T. 5. 1898. p. 511—617.

(419) **Przibram, Hans**, Experimentelle Studien über Regeneration. Biol. Centralbl. Bd. 20. 1900. p. 525—526.

(420) —— Experimentelle Studien über Regeneration (bei Crustaceen und Crinoideen). 4 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 11. 1901. p. 321—345.

(421) **Quenstedt, F. A.**, Die Asteriden und Encriniden nebst Cysti- und Blastoideen. Petrefaktenkunde Deutschlands. 1. Abth. Bd. 4. M. Atlas. Leipzig 1874—76.

(422) —— Handbuch der Petrefaktenkunde. 3. Aufl. 4. Abth. p. 801—988. Taf. 63 bis 80. Tübingen 1855.

(423) **Rankin, Walter M.**, Echinoderms collected of the West Coast of Greenland by the Princeton Arctic Expedition of 1899. Proc. Acad. N. Ser. sc. Philadelphia. Vol. 53. 1901. p. 169—181.

(424) **Rathbun, R. A.**, List of the Brazilian Echinoderms, with Notes on their Distribution . . . . Trans. Connecticut Acad. Vol. 5. 1879. p. 139—158.

(425) **Rathbun, R. A.**, Notice of a collection of Stalked Crinoids made by the Steamer Albatross in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea 1884 and 1885. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 8. 1885. p. 628—635.

(426) **Ratte**, On Tribrachyocrinus corrugatus sp. nov. from the Carboniferous Sandstone of New South Wales. 1 Taf. Proc. Linnean Soc. N. S. Wales. Vol. 9. 1885. p. 1158—1163.

(427) **Remeš**, Mauric, O zrudnostych lilijic z červeného vápence kopřionického (Deformationen der Crinoiden aus dem Kalk von Kopreinitz). 2 Taf. Věstnik Kluba přirodov. Prostejov. Ročn. 4. 1901. p. 76—82.

(428) **Richard, J.**, Campagne scientifique de la „Princesse Alice" en 1901. Bull. soc. zool. France. Vol. 27. 1902. p. 81—104.

(429) **Riggenbach, Emanuel**, Beobachtungen über Selbstverstümmelung. 6 Fig. Zool. Anz. Bd. 24. 1901. p. 587—593.

(430) **Ringueberg, E. N. S.**, Description of two new species of Crinoids from the shales of the Niagara Group, at Lockport, New York. 1 Taf. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5. 1882. p. 119—121.

(431) —— The Calceocrinidae. A Revision of the Family, with Descriptions of some new Species. 2 Taf. Ann. New York Acad. Sc. Vol. 4. 1889. p. 388—408.

(432) **Ritter, Wm. E.**, A Summer's Dredging on the Coast of Southern California Science. Ser. 2. Vol. 15. 1902. p. 55—65.

(433) **Rowley, R. R.**, New species of Crinoids, Blastoids and Cystoids from Missouri. 2 Taf. American Geol. Vol. 25. 1900. p. 247—274.

(434) —— Notes on the fauna of the Burlington Limestone at Louisiana ib. Vol. 26. 1900. p. 245—251.

(435) **Russo, Achille**, Sulla omologia dell' organo assile dei Crinoidei e su altre quistioni riguardanti la morfologia degli Echinodermi. 3 Fig. Zool. Anz. Bd. 22. 1899. p. 288—292.

(436) —— Sull' aggruppamento dei primi elementi sessuali nelle larve di Antedon rosacea Linck e sul valore che ne deriva per i rapporti di affinità tra Crinoidea, Holothurioidea e Cystoidea. 2 Fig. Atti Accad. Lincei Rendic. Ser. 5. Vol. 9. Sem. 1. 1900. p. 361—366.

(437) —— Sullo sviluppo dell' apparato madreporico di Antedon (a proposito di alcune ricerche paleontologiche di Otto Jaekel). 5 Fig. Zool. Anz. Bd. 24. 1901. p. 529 bis 533.

(438) —— Studi su gli Echinodermi. 3 Taf. u. 5 Fig. Atti Accad. Givenia sc. nat. Catania. Ser. 4. Vol. 15. 1902. p. 1—93.

(439) **Sars, M.**, Bemaerkninger over Brisinga endecacnemos Asbjörnsen, og Comatula Sarsii Düb. et Kor. Förhandl. Skandinav. Naturf. Möde 7 i Christiania. 1856. p. 209—211.

(440) —— Om Comatula Sarsii Düb. u. Kor., I fastsiddende eiler Pentacrinustilstand. Forhandl. Skandin. Naturforsk. Möde 7. (1856) 1857. p. 212—216.

(441) —— Mémoires pour servir à la connaissance des crinoides vivants. 6 Taf. Christiania 1868. 4°. Universitets-program for 1ste Semester 1867. 65 p.

(442) —— Living Crinoids of the North Sea. (Abstract.) Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 3. 1869. p. 171.

(443) **Schlüter, C.**, Ueber einige astylide Crinoiden. 4 Taf. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Jg. 1878. p. 28—66.

(444) —— Bau der Gattung Tiaracrinus. Verh. nat. Vers. preuss. Rheinl. u. Westfalen. Bd, 38. Sitzungsber. 1882. p. 211—212.

(445) **Schmidt, Fr.**, Ueber Cyathocystis Plautinae, eine neue Cystideenform aus Reval. Neues Jahrb. f. Mineral. Geol. 1879. H. 8/9. p. 1001.

(446) **Schultze, L.**, Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes. 13 Taf. Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturw. Cl. Bd. 26. 1866. p. 113—229.

(447) **Schweigger, Aug. Friedr.,** Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Berlin 1819. 4°. M. 12 Tabell. u. 8 Kupfertaf.

(448) —— Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere. Leipzig 1820. 8°.

(449) **Seeliger, Oswald,** Die Embryonalentwickelung der Comatula (Antedon rosacea). Zool. Anz. Jg. 15. 1891. p. 391—393.

(450) —— Studien zur Entwickelungsgeschichte der Crinoiden (Antedon rosacea). Zool. Jahrb Morphol. Abth. Bd. 6. 1892.

(451) **Semper, C.,** Brief Observations on the Anatomy of Comatula. With an Addendum by W. B. Carpenter. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4. Vol. 16. 1875. p. 202—209.

(452) —— Kurze anatomische Bemerkungen über Comatula. 1 Fig. Arbeiten d. zool.-zootom. Inst. Würzburg. Bd. 1. 1874. p. 259—263.

(453) ——Ophiocrinus, eine neue Comatuliden-Gattung. Arch. f. Naturgesch. Jg. 34. 1868. Bd. 1. p. 68—69.

(454) **Sladen, W. Percy,** On Lepidodiscus Lebourii, a new Species of Agelacrinitidae from the Carboniferous Series of Northumberland. 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 35. 1879. p. 744—751.

(455) —— On the Homologies of the Primary Larval Plates in the Test of Brachiate Echinoderms. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Soc. Vol. 24. 1884. p. 24—42.

(456) **Sollas, W. J.,** Fossils in the University Museum, Oxford. 1. Silurian Echinoidea and Ophiureidea. 16 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 55. 1899. p. 692—715.

(457) Fossils in the Oxford University Museum. 2. On two new Genera and Species of Crinoidea (Brahmacrinus ponderosus and Cicerocrinus elegans). 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 56. 1900. p. 264—270.

(458) **Spandel, E.,** Die Echinodermen des deutschen Zechsteins. 2 Taf. Abhandl. Nat. Ges. Nürnberg. Bd. 11. 1898. p. 17—50.

(459) **Springer, Frank,** Further Note on Uintacrinus. American Geol. Vol. 26. 1900.

(460) —— On the Presence of Pores in the Ventral Sac in Fistulate Crinoids. 1 Taf. American Geol. Vol. 26. 1900. p. 133—151.

(461) **Stebing, Thomas R. R.,** Antedon rosaceus (Comatula rosacea). Nature. Vol. 15. 1877. p. 58.

(462) **Steenstrup, J. J.,** Cyathidium holopus. Ber. üb. d. Versammlg. deutscher Naturf. Kiel 1846. p. 150.

(463) **Stelzner, Ald.,** Ein Beitrag zur Kenntniss des Versteinerungs-Zustandes der Crinoideenreste. 1 Taf. Neues Jahrb. f. Mineral. Jg. 1864. p. 565—579.

(464) **Stobaeus, Kilian,** Opuscula in quibus petrefactorum, numismatum et antiquitatum historia illustratur in unum volumen collecta. Cum multis fig. Dantisci 1752, 1753. 4°.

(465) **Strombeck, A. von,** Ueber Missbildungen von Encrinus liliiformis Lam. 1 Taf. Palaeontographica. Bd. 4. 1855. p. 169–178.

(466) **Teuscher, R.,** Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. 1. Comatula mediterranea. 1 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 10. 1876. p. 243—262.

(467) **Thompson, John Vaughan,** Memoir on the Pentacrinus europaeus, a recent species discovered in the Cove of Cork. 2 Taf. Cork 1827. 12 p. 4°.

(468) —— Ueber den Pentacrinus europaeus, eine in der Bai von Cork neu entdeckte Art. 2 Taf. Heusinger's Zeitschr. f organ. Phys. Bd. 2. 1828. p. 55—66.

(469) —— Memoir on the Star Fish of the genus Comatula demonstrative of the Pentacrinus europaeus being the young of our indigenous species. 1 Taf. Edinburgh new Philos. Journ. Vol. 20. 1836. p. 295—300.

(470) - Sur le Pentacrinus europaeus, l'état de jeunesse du genre Comatula. L'Institut. T. 3. No. 127. 1835. p. 332. Isis 1838. p. 73—75.

(471) **Thomson, C. W.,** On a new Palaeozoic group of Echinodermata. 2 Taf. Edinburgh new Phil. Journ. Vol. 13. 1861. p. 106—117.

(472) **Thomson, C. W.,** Sea Lilies. 1 Taf. The intellectual Observer. Vol. 6. 1864. N. 31. p. 1—11.

(473) —— On the embryogeny of Antedon rosaceus Linck. 5 Taf. Philos. Trans. R. Soc. London. Vol. 155. 1865. Part 2. p. 513—544.

(474) —— On the embryology of Comatula rosacea. Ann. of nat. hist. Ser. 3. Vol. 3. 1859. p. 64—65.

(475) —— On the structure of the Palaeozoic Crinoids. Proc. R. Soc. Edinburgh. Vol. 7. 1869—72. p. 415—418.

(476) —— On the Crinoids of the „Porcupine" Deep Sea Dredging Expedition. Proc. R. Soc. Edinburgh. Vol. 7 (1869—72) 1872. p. 764—773.

(477) —— On the structure and relation to the genus Holopus. Proc. R. Soc. Edinburgh. Vol. 9. 1876—1877. p. 405—410.

(478) —— Description of Pentacrinus maclearanus, in the Atlantic. London 1877. Vol. 2. p. 123—126.

(479) —— Notice of new living Crinoids belonging to the Apiocrinidae. 5 Fig. Journ. of the Proc. Linnean Soc. London. Zool. Vol. 13. 1876. p. 47—55.

(480) **Toula, Franz,** Grundlinien der Geologie des westlichen Balkan. 4 Taf. u. 1 Karte. Denkschr. Akad. Wien. Bd. 44. Abth. 2. 1882. p. 1—56.

(481) **Trautschold, H.,** Ueber die Beziehungen der Kelchplatten der Crinoideen. Bull. Soc. Imp. des Nat. Moscou. T. 57. 1882. N. 3. (1883) p. 201—203.

(481) —— Ueber Synyphocrinus. 1 Taf. u. 1 Fig. Bull. Soc. Impér. Natural. Moscou. 1881. Nr. 4. p. 390—397.

(482) **Ulrich, E. O.,** Descriptions of two new species of Crinoids. 1 Taf. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5. 1882. p. 175—177.

(483) **Verrill,** Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast af New England. Nr. 3, 4, 6. American Journ. Sc. (Silliman). Vol. 23. 1882. p. 135—142; p. 216—225; p. 406—408.

(484) **Waagen, W., et Jahn, J.,** Système silurien du centre de la Bohême. Classe des Echinodermes. Famille des Crinoides in: Barrande, Système silurien du centre de la Bohême. P. 1. Recherches paléontologiques. 39 Taf. u. 33 Fig. Vol. 7. 1900. (315 p.)

(485) **Wachsmuth, C.,** Notes on the internal and external Structure of Palaeozoic Crinoids. American Journ. Sci. and Arts. Vol. 14. 1877. p. 115—127; p. 181—191.

(486) —— and **Springer, F.,** Transition Forms in Crinoids and Description of five new Species. 2 Taf. Proc. Acad. Sc. Nat. Philadelphia. 1878. p. 224—266.

(487) —— Revision of the Palaeocrinoidea. Part 1. The Families Ichthyocrinidae and Cyathocrinidae. 3 Taf. Proc. Acad. Sci. Nat. Philadelphia. 1879. p. 226—378.

(488) —— Revision of the Palaeocrinoidea. Part 2. Family Sphaeroidocrinidae. 3 Taf. Proc. Acad. Nat. Soc. Philadelphia. 1881. p. 177—411.

(489) —— Revision of the Palaeocrinoidea. Part 3. Discussion of the Classification and Relations of the Brachiate Crinoids, and Conclusion of the Generic Descriptions. 6 Taf. Proc. Acad. Philadelphia. 1885. p. 225—364.

(490) —— Revision of the Palaeocrinoidea. Part 3. Discussion of the Classification and Relations of the Brachiate Crinoids, and Conclusion of the Generic Descriptions. 2. Section. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. 1886. p. 64—227.

(491) —— Remarks on Glyptocrinus and Reteocrinus, two genera of Silurian Crinoids. American Journ. Sc. Vol. 25. 1883. p. 255—268; 2. Hybocrinus, Hoplocrinus and Baerocrinus. ib. Vol. 26. 1883. p. 365—377.

(492) —— Discovery of the Ventral Structure of Taxocrinus and Haplocrinus, and consequent modifications in the Classification of the Crinoidea. 1 Taf. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. 1889. p. 337—363.

(493) —— Crotalocrinus: its Structure and Zoological Position. 2 Taf. ib. 1889. p. 364—390.

(494) **Wachsmuth, C.,** and **Springer, F.,** The Perisomic Plates of the Crinoids. 2 Taf. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. f. 1890. p. 345—392.

(495) —— The North American Crinoidea Camerata. 83 Taf. Mem. Mus. Harvard Coll. Vol. 20, 21. 1897. (837 p.)

(496) —— The Summit Plates in Blastoids, Crinoids, and Cystids, and their Morphological Relations. 1 Taf. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia. p. 82—114.

(497) **Wagner, P. Christ.,** Diss. inaug. physico-medica de lapidibus judaicis. 1 Taf. Halae. Magdeb. 1724. 4°. (48 p.)

(498) —— **R.,** Ueber Encrinus Wagneri Ben. aus dem unteren Muschelkalk von Jena. Zeitschr. d. Geol. Ges. Berlin. 1888. p. 822—828.

(499) —— Die Encriniten des unteren Wellenkalkes von Jena. 1 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 20. 1896. p. 1—32.

(500) **Walther, J.,** Untersuchungen über den Bau der Crinoiden, mit besonderer Berücksichtigung der Formen aus dem Solenhofener Schiefer und dem Kelheimer Diceraskalk. Palaeontographica. 4 Taf. Bd. 32. 1886. p. 155-200.

(501) **Wetherby, A. G.,** Remarks on the Trenton limestone of Kentucky, with description of new fossils from the formation and the Kaskaski Group. 1 Taf. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 3. 1880. p. 144—160.

(502) —— Description of Crinoids from the upper Subcarboniferous of Pulaski County. 1 Taf. ib. p. 324—330.

(563) —— Description of new Fossils from the lower Silurian and Subcarboniferous Rocks of Ohio and Kentucky. 1 Taf. Journ of the Cincinnati Soc. of Nat. Hist. Vol. 4. Nr. 1. 1881. p. 77—85.

(504) —— Description of new Fossils from the lower Silurian and Subcarboniferous rocks of Kentucky. 1 Taf. ib. Nr. 2. p. 117—179

(505) **White, C. A.,** Description of new species of Invertebrate Fossils from the Carboniferous and upper Silurian rocks of Illinois and Indiana. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. 1878. P. 1. p. 29—37.

(506) **Whitfield, R. P.,** Description of a new Crinoid from Indiana (Actinocrinus semimultiramosus n. sp.). 1 Taf. Bull. American Mus. Nat. Hist. Vol. 13. 1900. p. 23—24.

(507) **Winkler, T. C.,** Description d'un Crinoide et d'un poisson du système heersien. 1 Taf. Arch. du Mus. Teyler. Haarlem. Vol. 2. 1869. p. 297—307.

(508) —— Catalogue systematique de la collection paléontologique du Musée Teyler. 4. Supplément. Arch. du Mus. Teyler. Haarlem 1881. p. 229—278.

(509) **Wright, T.,** On the occurrence of the genus Cotyledcrma in the Middle Lias of Dorsetshire. Geol. Mag. N. S. Decade 2. Vol. 2. 1875. p. 505—506.

(510) **Young, John,** Notes and observations on injured or diseased Crinoids, also some short notes on fossils. 2. paper. Proc. Nat. Hist. Soc. Glasgow. Vol. 3 (1875—78). P. 3. 1878. p. 333—340.

(511) **Zahálka, Čeněk,** Antedon pyropa n. sp. aus den Pyropschichten von Chodoulic. M. Taf. Denkschr. Böhm. Akad. Prag. Jg. 1. Abth. 2. 1892. p. 719—726.

(512) **Zittel, K. A.,** Handbuch der Palaeontologie. Bd. 1. Abth. 1. München 1876 bis 1880. Crinoidea. p. 315—437. 96 Fig.

(513) —— Ueber Plicatocrinus Fraasi aus dem oberen weissen Jura von Nusplingen in Württemberg. 2 Taf. Sitzungsber. math.-physik. Cl. K. Bayr. Akad. Wiss. München. 1882. p. 105—113.

(514) —— Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). 2048 Fig. München und Leipzig. 972 p. 1895. 8°.

(162a) **Chiaje,** delle, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre dell regno di Napoli. 4 Vol. Napoli 1823—1829.

—— Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. 5 Voll. Napoli 1841.

III. Geschichte.

In seinem Werke über die Seesterne giebt J. H. Linck 1733 die erste Abbildung und kurze Beschreibung einer *Comatula,* die er unter dem Namen *Decacnemos* unter den Seesternen aufführt. Bei Lamarck bildet 1816 die Gattung *Comatula* mit den Gattungen *Euryale*, *Ophiura* und *Asterias* die 1. Section der Echinodermen, die *Stellérides.* Er führt bereits 9 Arten *Comatula* und 6 Arten *Euryale* auf. Ein Jahr früher, 1815, bildete Leach (292) unter dem Gattungsnamen *Alecto* 3 Arten ab, als *Alecto horrida*, *europaea* und *carinata.* Die Abbildung ist von einer kurzen Beschreibung begleitet (Bd. 2, Taf. 80, p. 61—63).

Schweigger (448) giebt kurze Beschreibungen der bekannten Arten der Crinoiden mit Angaben über ihre Gestalt.

Die erste anatomische Schilderung verdanken wir Fr. S. Leuckart (293) und besonders Heusinger (246), der die Weichtheile zum ersten Male genauer untersuchte. Ihm folgte Delle Chiaje (162a) 1829 und Dujardin 1836 (182).

Die Gattung *Pentacrinus* ist 1755 von Guettard (228) beschrieben worden, nach einem trockenen Exemplar, das sich jetzt im Museum zu Paris befindet. Seine Schilderung giebt bereits eine gute Anschauung von den einzelnen Skelettarten. Ihm folgte Ellis (189) mit der Beschreibung eines zweiten Exemplares.

Die Verwandtschaft des *Pentacrinus* mit *Comatula* erkannte zuerst Schweigger; von Lamarck waren die Encrinen noch unter die Polypen gestellt. Das erste ausführliche Werk über die Crinoiden, welches eine genaue Zergliederung des Skeletts des Pentacrinus enthält, schrieb J. S. Miller. Dieses, auch die Verwandtschaft der damals bekannten Formen schildernde Werk wurde von Joh. Müller als classisches Werk bezeichnet, dem wir die Monographie über den Bau des *Pentacrinus caput Medusae* verdanken, die 1841 erschien und den Grund für eine exacte Kenntniss des Baues legte. In einer weiteren Reihe von Abhandlungen, die Joh. Müller, theilweise mit seinen Schülern, veröffentlichte, wurden die vergleichend anatomischen Untersuchungen nicht nur auf *Comatula* und *Pentacrinus* ausgedehnt, sondern es wurden auch die fossilen Crinoiden berücksichtigt. Vor Müller's Werk fallen noch die Arbeiten von

Thompson (466), Blainville (84a), Meckel (339), welche theils einzelne Beobachtungen zur Anatomie gaben, oder aber, wie Thompson, den Jugendzustand von *Comatula* als eine vermeintlich neue Art beschrieben.

Nächst den Joh. Müller'schen Abhandlungen sind zu nennen die Werke von W. B. Carpenter (155) und von M. Sars, welche besonders die Skeletttheile ausführlich untersuchten und nur nebenbei auch die Weichtheile berücksichtigten. Auch in der die Entwickelungsgeschichte behandelndeu Abhandlung von Thomson (473) finden sich einzelne, die Anatomie berücksichtigende Beobachtungen wiedergegeben. Es folgen dann die Abhandlungen von Semper (452), P. H. Carpenter (94, 154), Götte (209), Greeff (220), Teuscher (466). Eine grundlegende Darstellung der Anatomie der Crinoiden gab Ludwig 1877. Ihm folgte Perrier (395), der zugleich die Entwickelungsgeschichte von Antedon untersuchte.' Durch Vogt und Yung (483a) und Marshall (336) wurde die Kenntniss auch des Nervensystems gefördert, das bereits durch W. Carpenter (155) auf Grund physiologischer Experimente in seinem Centraltheil entdeckt war. Durch Jickeli (264) wurden in einer kurzen Mittheilung wichtige Ergebnisse über dasselbe veröffentlicht.

P. H. Carpenter erörterte die Anatomie in verschiedenen Abhandlungen, die seit dem Jahre 1876 in rascher Folge erschienen. Eine Zusammenfassung seiner Untersuchungen und derjenigen der früheren Forscher gab er in seinem grossen Werke über die Challenger-Crinoiden.

Hamann (235) gab auf Grund von Untersuchungen, die sich auf *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus* erstreckten, eine Darstellung der Anatomie und Histologie, insbesondere auch des Nervensystems, dessen feinerer Bau genauer geschildert wurde.

Die Entwickelungsgeschichte der Crinoideen ist erst in neuerer Zeit genauer bekannt geworden. Durch Busch (91) wurde 1849 die Larve von *Comatula* beschrieben. Das festsitzende Stadium war bereits 1823 von J. V. Thompson beobachtet und anfangs für einen wirklichen *Pentacrinus* gehalten worden. 1836 erkannte er die wahre Natur. Thomson (473) schilderte die Entwickelung von *Antedon rosaceus* 1865, Metschnikoff 1871 (346). Götte (209) gab 1876 eine Darstellung der Entwickelung dieser Art. Ihm folgte Perrier (404), welcher ein umfangreiches Werk über die Entwickelung des *Antedon rosaceus* 1886 veröffentlichte. Im selben Jahre erschien die Abhandlung von Barrois (23) über die Entwickelung desselben Thieres.

Burry schilderte 1888 die ersten Entwickelungsstadien von *Antedon*. Ihm folgte Seeliger 1891, dessen Abhandlung die Entstehung der einzelnen Organsysteme besonders förderte. Durch Russo (438) wurden besonders einzelne strittige Puncte der Embryologie aufgeklärt.

Durch eine grosse Anzahl von Forschern wurden viele neue Formen entdeckt und beschrieben. Besonders mit dem Aufschwung, den die Tiefseeforschung gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts nahm, wurden wir mit ganz neuen Typen bekannt. Von der grossen Zahl der Zoologen,

die einzelne neue Arten beschrieben oder die Formen eines Gebietes schilderten, seien die folgenden hervorgehoben. Sars (439 ff.), Thomson welcher die paläozoischen Crinoiden, die Crinoiden der Porcupine-Tiefsee-Expedition und andere Formen beschrieb. Pourtalès (415 ff.) gab eine Liste der an den Küsten von Florida und Cuba lebenden Arten, sowie der Arten, welche die Hassler-Expedition gesammelt hatte. Desgleichen (417) beschrieb er die vom „Blake“ gefundenen Seelilien. Durch Lütken (321) waren westindische *Pentacrinus*-Arten geschildert worden. Bell (67 ff.) besprach neue Arten und gab einen Bericht über die Crinoideen, welche im Indisch-pacifischen Ocean vom „Alert“ gesammelt waren, während Duncan und Sladen (184) die arctischen Arten Grönlands schilderten. Perrier beschrieb einzelne neue Tiefseeformen, ebenso P. H. Carpenter (119), dem wir eine Besprechung sämmtlicher bekannten Gattungen und Arten bis 1888 in seinem Werke über die Challenger-Crinoideen verdanken.

Die Crinoideen der Norske Nordhavs-Expedition untersuchte Danielssen 1892 (174). Bell (72) beschreibt 1894 die in der Macclesfield-Bank im südchinesischen Meere lebenden Crinoideen, 22 an der Zahl, von denen 9 neu sind. Durch Koehler (271) werden wir mit den von Korotnev auf den Sunda-Inseln gesammelten Arten bekannt. Ludwig (320) führt 1899 in seiner Bearbeitung der von Veltzkow gesammelten Echinodermen des Sansibargebietes 4 Crinoiden auf, während Bell (73) 1899 die Fundorte der Crinoideen von Neu-Britannien, Neu-Guinea und der Loyalty-Inseln angiebt, Pfeffer (406) 1900 die von Ternate, Bell (75) 1902 die der Malediven- und Laccadiven-Inseln.

Neue Arten wurden weiter bekannt durch Grieg (224) 1898 aus dem nördlichen Norwegen, Farquhar (1960) 1898 aus Neu-Seeland, Agassiz (8) 1892 von den Galapagos-Inseln, und viele andere Forscher, deren Abhandlungen im Literaturverzeichniss zu finden sind.

B. Morphologie.

I. Gesammt-Aussehen.

1. Form (Terminologie), Grösse und Farbe.

An einer typischen Seelilie, als Beispiel diene *Bathycrinus carpenteri* Dan. (Fig. 1, Taf. I), unterscheiden wir die Krone, corona, und den Stamm, Säule, Stiel, columna Mill., der durch die Wurzel, Wurzelstock, radix, am Boden befestigt ist. Die Krone zerfällt in den Kelch, calyx, der die Eingeweide umschliesst, und in die Arme, brachia, deren Grundzahl fünf ist. Am Kelch unterscheidet man die Ventralfläche mit Mund- und Afteröffnung, Oralfläche, Kelchdecke, Scheibe, tegmen calycis, vom dem jenseits der Armbasen gelegenen Theile, der Apicalkapsel, Kelchwand oder Kelch schlechthin. Die Arme, die verzweigt sind, tragen auf der Innenseite die Fiederchen, pinnulae. Der Stamm, der bei *Bathycrinus* glatt, ohne Anhänge, ist, trägt bei anderen Gattungen seitliche Anhänge, die Ranken, cirri, brachia auxiliaria Müll. Für die einzelnen Kalkglieder, aus denen sich Arme und Stamm zusammensetzen, und die man gewöhnlich als Arm- oder Stammglieder bezeichnet, haben Wachsmuth und Springer vorgeschlagen, die ersteren als brachials, letztere als columnals, und die Kalkglieder der Cirren als cirrals zu benennen.

Die Gestalt des Kelches ist sehr verschieden. Bald ist er birnförmig gestaltet, bald kugelig, eiförmig oder scheibenförmig. Seine Grösse im Verhältniss zu den Armen und dem Stiel ist grossen Mannigfaltigkeiten unterworfen. Bei Pentacriniden ist der Kelch im Verhältniss zu den langen Armen und dem langen Stiel klein, während er bei anderen, wie den Apiocrinidae, gross gestaltet ist. Dasselbe gilt für die Hyocrinidae mit ihrem eiförmigen Kelche. Eine besondere Stellung nehmen die Holopidae ein, deren unsymmetrischer Kelch sich mit der Basis am Boden befestigt, während die zehn Arme eingerollt sind.

Die Familien der Comatulidae, Thaumantocrinidae und Uintacrinidae unterscheiden sich von den übrigen Familien dadurch, dass sie nur in

der Jugend, im Larvenzustand, mittels eines Stieles befestigt sitzen, im erwachsenen Zustande jedoch frei beweglich sind. Die Arme sind im Verhältniss zum Kelche stark entwickelt. Mit ihrer Hilfe bewegen sich diese Thiere schwimmend im Wasser. Auf der Oberfläche des Centrodorsale sitzen bewegliche Ranken, Cirren, mit deren Hülfe sie sich festhalten.

Die Arme der Crinoideen sind, dem fünfstrahligen Bau des Kelches entsprechend, in einer durch 5 theibaren Zahl vorhanden. Die Comatuliden u. a. besitzen 5, 10 oder 20 meist ungetheilt verlaufende Arme. Die Pentacriniden u. a. haben Arme, welche sich 1—8 oder 10 Mal theilen.

Die Grösse der Crinoideen ist sehr verschieden. Die frei lebende *Antedon rosacea* misst 15 cm mit ausgestreckten Armen, der Kelch noch nicht 1 cm, während *Antedon Eschrichtii* über 60 cm gross wird.

Die *Pentacrinidae* erreichen eine ziemliche Grösse. Eine der grössten Formen ist *P. asterius* L. (*caput medusae*), welche mit einem 50 cm langen Stiel festsitzt, während die Arme mit ihren hundert Gliedern 10 cm lang werden. Der Stamm hat einen Durchmesser von 7 mm, der Kelch von 17 mm. Die Cirren sind bis 70 mm lang. *P. naresianus* Carp. wird noch grösser, Carpenter giebt für ein Exemplar als Gesammtlänge 54 cm an, wovon 38 cm auf den Stamm kommen. Einzelne Arten, wie *P. alternicirrus* Carp. werden nur 2—3 cm lang. *P. decorus* W. Thomson wird sogar 80 cm lang; seine Arme sind 8 cm lang. Eine respectable Länge erreichen auch die Arten der Gattung *Metacrinus* mit 14—30 cm. — Die *Holopus*-Arten sind weit kleiner, etwa 4 cm lang. Unter der Gattung *Bathycrinus* treffen wir Arten, die mit dem Stiel nur 3,2 cm messen, bei einem Durchmesser des Kelches von 3 mm. *Democrinus*-Arten erreichen eine Länge von nur 2—3 cm.

Die Farbe der Crinoideen ist lebhaft. Die *Antedon* des Mittelmeeres und der Adria ist bald rosa, purpurroth, orange oder strohgelb gefärbt, bald mehr braun. Dabei zieren sie weisse oder bräunliche Flecken, die ihr ein buntscheckiges Aussehen geben. Auch ist die Farbe der Thiere ein und desselben Fundortes sehr verschieden. *Antedon*, welche im Hafen von Triest gedredscht wurden, waren am Kelch roth gefärbt, Arme, wie Spitzen der Pinnulae weissgelblich, die Cirren ebenfalls weissgelb. Mit diesen so gefärbten Exemplaren lebten braune Thiere, die gelbweiss und braun gefleckt waren, zusammen. Auch die Formen der Tiefsee sind prächtig und lebhaft gefärbt. *Pentacrinus Thomsoni* zeigt eine hell grasgrüne Farbe, *Rhizocrinus lofotensis* ist kastanienbraun, *Holopus rangi* hingegen glänzend schwarz. *Calamocrinus diomedae* ist nach Agassiz von glänzend citronengelber Farbe, mit einem grünlichen Anfluge an den Seiten der Arme und entlang den Ambulacralrinnen der Bauchseite. Diese Gattung lebt in einer Tiefe von etwa 800 Faden. Eine mehr unscheinbare Farbe zeigen *Pentacrinus*-Arten; *P. asterius* ist gelblichbraun gefärbt.

andere, wie die Arten der Gattung *Bathycrinus*, tragen ein bräunlichweisses oder grauweisses Kleid.

Die Crinoideen gehören zu denjenigen Thieren, welche auf die kleinsten, geringfügigsten Angriffe sofort mit der Ablösung von Theilen ihrer Arme antworten. Trotzdem Stamm, Kelch und Arme in Gestalt unzähliger Kalkstücke verkalkt sind und die Körperwand dadurch den höchsten Grad von Starrheit und Festigkeit erlangt hat, wohnt den einzelnen, miteinander durch Muskeln und Bänder verbundenen Stücken, die Gabe inne, sich sofort voneinander zu trennen, wie wir weiter unten in dem Capitel Biologie noch näher sehen werden. So kommt es, dass besonders Tiefseeformen nur in sehr verstümmeltem Zustande durch das Netz heraufbefördert werden.

II. Haut; Schichten derselben.

Die Haut der Crinoideen setzt sich aus denselben Schichten zusammen, wie die der übrigen Klassen der Stachelhäuter, aus einer Epidermis und der darunter liegenden Bindesubstanzschicht, der Cutis, welche die Kalkablagerungen enthält. Eine genauere Kenntniss der Haut an den verschiedenen Theilen des Körpers verdanken wir erst den Untersuchungen der letzten Jahrzehnte.

Die Epidermis oder Oberhaut tritt in zwei Formen auf. Einmal in Gestalt von langgestreckten, wimpertragenden Zellen, so in den Nahrungsfurchen, und in Gestalt von abgeplatteten Zellen, deren Grenze gegen die darunter liegende Cutis kaum wahrnehmbar ist. Diese zweite Modification der Epidermis findet sich besonders auf den Seiten- und Rückenflächen der Arme und der dorsalen Körperfläche überhaupt. Zwischen den Wimperzellen und dem Plattenepithel giebt es, wie wir weiter sehen werden, Uebergänge. Das Wimperepithel haben zuerst W. B. Carpenter (155, 157), dann Teuscher (466) gesehen; es wurde in seinem Bau näher geschildert von Ludwig (313), Vogt und Yung (483a), Perrier (404), Hamann (235) u. A. Nach Ludwig wird die Tentakelrinne ausgekleidet von einem hohen Epithel, das aus lang ausgezogenen Zellen zusammengesetzt wird, welche in der Mehrzahl die ganze Dicke der Epithellage durchziehen. In der Mitte der Nahrungsfurche oder Tentakelrinne (Ludwig) ist das Epithel am höchsten; nach den Seiten hin wird es allmählich niedriger, um in das Epithel der Tentakel und der Armoberfläche überzugehen. Nach aussen trägt das Epithel einen Cuticularsaum. Nach Hamann (235) lassen sich im Wimperepithel zwei Zellarten auf Macerationspräparaten zur Ansicht bringen, Epithelsinneszellen und Stützzellen. Beide tragen Wimpern, die vermittels Fussstücken auf dem dünnen Zellleib befestigt sind. Diese Zellen sind von haarförmiger Gestalt. Der spindlige Zellleib trägt einen länglich ovalen Kern und setzt sich basalwärts in einen feinen, Varicositäten zeigenden Fortsatz fort, der

sich in der basalen Nervenfibrillenschicht verfolgen lässt (Fig. 7, Taf. II). Die zweite Zellform zeichnet sich durch ihren hyalinen, stark lichtbrechenden Fortsatz aus. Beide Zellformen konnten bei *Antedon* und *Actinometra* unterschieden werden. Zwischen diesen Zellen treten Schleimzellen*) auf, wie sie auch im Eingang des Schlundes als Becherzellen von Hamann beschrieben worden sind. Weiter trifft man auf eingewanderte Lymphzellen, die mit grossen, glänzenden, gelben Körnern und Schollen beladen sind. Dem Flächenepithel, wie es den Körper am Kelche und am Stamm usw. überzieht, fehlen die Wimpern und die Cuticula (Hamann). Es grenzt sich gegen die Bindesubstanzschicht kaum ab, da eine feste Grenzlamelle oder Basalmembran fehlt. Die einzelnen Zellen sind ihrer Kleinheit wegen oft nicht voneinander zu unterscheiden. Zellgrenzen finden sich nicht, nur die Zellkerne, welche dicht zusammen in einer unregelmässigen Reihe liegen, lassen das Vorhandensein eines Epithels erkennen. Bei *Actinometra pulchella* gelingt es leichter, sich über die Gestalt der Zellen zu überzeugen, da diese annähernd cubisch geformt sind und sich durch ihre sich kräftig färbenden Kerne auszeichnen (Fig. 1, Taf. II). Soweit die Darstellung Hamann's. Nach Perrier's Angaben ist am erwachsenen Thier die Unterseite der Arme, des Kelches und der Pinnulae beinahe vollständig vom Epithel entblösst.

Das Epithel der Tentakel ist an der den Nahrungsfurchen zugekehrten Seite von demselben Bau wie in letzteren (Fig. 1, Taf. V), worauf bei der Schilderung derselben näher eingegangen werden soll. Desgleichen wird das Epithel der Sinnespapillen der Tentakeln ebenda geschildert werden.

Die Cutis, die Bindesubstanzschicht, liegt unterhalb der Epidermis, von ihr durch keine Grenzmembran getrennt. In ihr werden die Kalkstücke abgeschieden. Betrachten wir zunächst mit Hamann (235) die Cutis an einer Stelle des Körpers, wo Kalkablagerungen fehlen, beispielsweise in der Wandung des röhrenförmigen Enddarms. In einer gallertartigen Grundsubstanz, die mehr oder weniger körnig oder granulirt erscheint, liegen spindlige und sternförmige Zellen, deren Fortsätze nach den verschiedensten Seiten dieselbe durchziehen. Sobald die Fibrillen in grösserer Anzahl parallel zueinander verlaufen und die Fasermasse zunimmt, erhält die Cutis eine knorpelähnliche Consistenz. Da, wo die Grundsubstanz verkalkt ist, zeigt die Bindesubstanz folgendes Bild. Die Kalkkörper sind nicht compacte Kalkstücke, sondern sie zeigen, wie bei allen Echinodermen, eine maschige Structur, das heisst, in den Maschen derselben ist die unverkalkte Grundsubstanz mit ihren Zellen und Fasern erhalten, sie ausfüllend. Amöboide Plasmazellen oder Lymphzellen treten an einzelnen Stellen in besonderer Anzahl auf. Sie sind theilweise mit gelben, glänzenden Körnern erfüllt (Fig. 10, Taf. II). Die sogenannten Sacculi oder „kugeligen Körper", die zuerst von W. B. Carpenter bei

*) Karl Camillo Schneider, Vergleichende Histologie der Thiere. Jena 1902. p. 661.

der Gattung *Antedon* gefunden wurden, entstehen aus Ansammlungen solcher Lymphzellen. Die Sacculi werden von einer kernhaltigen Hülle umgeben, die von der Bindesubstanzschicht ausgeschieden ist. Innerhalb der Hülle vermehren sich die Zellen durch Theilung, wie Seeliger (450) beobachtete. Nach Cuénot*) sollen diese Zellen Reservestoffe, Proteinkörper, enthalten. Die Ansicht von Vogt und Yung, dass diese Sacculi niedere Algen seien, ist nicht zu halten. Ebensowenig ist ihre Funktion als Schleimdrüsen erwiesen, wofür sie Bury hielt.

Eine ähnliche Form von Zellenklumpen treten nach Hamann (235, p. 129) bei den *Actinometra*-Arten auf. Es sind eiförmige Gebilde, die etwa fünf oder wenig mehr Zellen enthalten, die aus einer dünnen Membran bestehen, welche die Zellsubstanz mit dem kugeligen Kern umschliesst; letzterer wird von wenig Plasma umgeben, das sich in Gestalt von Pseudopodien nach der Wandung erstreckt.

Weiter lagert in der Cutis Pigment in Form farbiger Körnchen, die theils frei liegen, theils den Körper amöboider Zellen erfüllen.

III. Hautskelett.

In der Cutis liegen sämmtliche Kalkstücke eingebettet. Meist werden sie nach aussen von einer geringen Lage unverkalkter Bindesubstanz umhüllt, auf der die Epidermis lagert. Wir unterscheiden die äusseren Skelettanhänge**), wie sie nur bei einzelnen versteinerten Crinoideen vorkommen, von dem eigentlichen Hautskelett, das in Gestalt von Platten das Skelett bildet, und den isolirt liegenden Kalkstücken, wie sie in den Nahrungsfurchen, der oralen Körperwand, in den Tentakeln und Pinnulae, auftreten können.

Isolirt, in der Bindesubstanz zerstreut, treten Kalkkörper von verschiedener Gestalt auf. In den Saumläppchen der Tentakelrinnen fand Perrier (404) kleine, ästige Bildungen. Durch Ludwig wurden Kalkkörper im Bindegewebe der Scheibe zahlreich gefunden. Sie liegen besonders zahlreich in der Umgebung des Wassergefässringes, sowie rechts und links von den Tentakelrinnen. Sie sind netzförmig oder ästig geformt bei sehr verschiedener Grösse. In den Bindegewebszügen der Leibeshöhle, namentlich zwischen den Darmwindungen, treten sie ebenso zahlreich auf. Sie zeichnen sich durch ihre abgeplattete Gestalt aus. Fig. 3—5, Taf. III, giebt derartige Kalkbildungen wieder.

Das Hautskelett zerfällt naturgemäss in das Skelett des Kelches, der Arme und Pinnulae, und des Stieles mit den Cirren. Die einzelnen

*) Cuénot, L., Études morphologiques sur les Echinodermes. Arch. de Biol. T. 11 1891.

**) Aeussere Skelettanhänge in Gestalt von beweglichen Stacheln hat Williams beschrieben bei *Arthroacantha ithacensis*. Proc. American Philos. Soc. Vol. 21. 1884. p. 81.

Kalktafeln sind miteinander eng verbunden oder fast verschmolzen; meist stossen sie durch Gelenkflächen aneinander, welche von Bändern oder Muskelfasern umgeben werden.

A. Das Skelett des Kelches.

Die Platten, welche das Kelchskelett, das in einen apicalen, aboralen oder abactinalen und einen oralen oder actinalen Theil zerfällt, zusammensetzen, besitzen eine polygonale Gestalt.

Man kann sie in zwei Gruppen eintheilen, in die primären Kalkplatten das heisst in solche, welche zuerst sich in der Entwickelung (ontogenetisch und phylogenetisch) anlegen, und in die secundären oder Supplement-Kalkplatten, welche zwischen die ersteren eingeschaltet sind, und welche nicht von derselben Bedeutung sind. Letztere werden auch als perisomatisches Skelettsystem bezeichnet.

1. Das Apicalskelett.

Der Betrachtung des Apicalsystems legen wir die Verhältnisse zu Grunde, wie sie die gestielte, festsitzende Larve von *Antedon* bietet. Die Kelchtafeln des *Pentacrinus*-Stadiums dieser Gattung zeigen bereits folgende Anordnung. Im Grunde des Kelches, an der Stielbasis, liegt ein unpaares Kalkstück, das als Centralplatte bezeichnet wird; auf diese folgen fünf Platten, die Basalplatten, welche das Skelett des apicalen Theiles des Kelches bilden. Weiter sind die Oralplatten zu erwähnen, während fünf Platten oberhalb der Basalplatten entstehen, die Radialplatten, die später den Armen zur Stütze dienen. Auf dieses einfache, einheitliche Schema lassen sich die verschiedenen Skelettformen der Crinoideen zurückführen. Dabei ist zu bemerken, dass eine Centralplatte bei erwachsenen Formen fehlt. Bei *Antedon* verschmilzt sie mit dem ersten Gliede des Larvenstieles zu der Centrodorsalplatte. Die beiden Reihen von Platten, Basalia und Radialia, welche oberhalb und zwischen ersteren liegen, setzen bei allen lebenden Crinoideen den Kelch zusammen; ausgenommen hiervon ist nur *Thaumatocrinus*.

Die Platten beider Gruppen stossen eng aneinander und sind miteinander ungelenkig, fest verbunden. Sie schliessen einen centralen Hohlraum ein, der oft so geräumig ist, dass die gesammte Eingeweidemasse, wie bei *Holopus* und *Hyocrinus*, in ihm Platz hat. In anderen Fällen aber ist der innere Hohlraum des Kelches auf ein Minimum reducirt und birgt nur das gekammerte Organ; dann liegt die Eingeweidemasse oberhalb, und man kann, wie bei vielen *Comatula*-Arten, nur von einem tassenförmigen Kelche sprechen.

1. Das Centrodorsale ist bei *Antedon* eine pentagonale Platte, die auf der Aussenseite convex gekrümmt ist, eine rundliche Vertiefung, die

Gelenkfläche, zeigt mit erhobenen und stumpf fünfseitigen Rändern. In ihr ist der Stiel auf seiner ganzen Aussenseite eingelenkt. Der periphere Theil der Centrodorsalplatte trägt eine grosse Zahl von pfannenartigen Vertiefungen, in denen die proximalen Articulationsflächen des ersten Cirrensegmentes der Cirren ruhen. Weiter wird dieses Kalkstück von Canälen durchbohrt, welche schief von aussen und oben gegen den inneren Mittelpunct der Platte verlaufen und den Nervenzügen zum Durchtritt dienen, die zu den Cirren, die etwa dreissig an der Zahl vorkommen, ziehen. Auf der Innenseite der Platte ist ein verdickter Kreisrand ausgebildet, von dem aus fünf Strahlen ausgehen, die sich im Mittelpunct vereinigen. In den Zwischenräumen liegen die fünf Radialia.

2. Die Basalpatten. Bei den lebenden Crinoideen variiren diese interradial gelegenen Kalkstücke beträchtlich in ihrer Ausbildung. Sie liegen versteckt im Kelche, wie bei den meisten Comatuliden, oder sie bilden einen einfachen, geschlossenen Ring von Platten, wie es bei *Rhizocrinus* der Fall ist, oder es können zwei Reihen von Platten von verschiedener Gestalt vorkommen, wie bei *Encrinus*, *Extracrinus* und *Marsupites*.

Die Abwesenheit von äusseren Basalplatten beruht darauf, dass die primären Basalia der Larve verschmolzen sind zu der sogenannten „Rosette“, einer dünnen Gitterplatte, die zwischen Centrodorsale und den Radiala verborgen liegt, das heisst oberhalb des gekammerten Organs zwischen der unteren Oberfläche des radialen Pentagons und der Oberfläche der Centrodorsalplatte. Diese Rosette (Carpenter) ist bei *Antedon* in ihrer Mitte mit einer fünfseitigen Vertiefung mit vorstehenden Ecken versehen, mit einem centralen Loch und fünf rundlichen Gruben, die getrennt zwischen die Ecken gestellt sind.

Bei den Paläocrinoideen liegen die Basalia sichtbar, getrennt vom äussersten Stammglied durch einen geschlossenen Ring von Platten, zu dem noch ein zweiter hinzutreten kann. Nur bei *Isocrinus pendulus* Meyer, *Pentacrinus pentagonalis* und *personatus* sind sie äusserlich ebenfalls nicht sichtbar, während sie bei der von Goldfuss als *Pentacrinus scalaris* beschriebenen Art zu fehlen scheinen; vergl. P. H. Carpenter, p. 35 (135).

Bei manchen *Antedon*-Arten treten noch prismatisch geformte Kalkstäbchen ausserhalb der interradialen Ecken der Rosette auf, deren Enden oft auf der Kelchoberfläche sichtbar sind. Diese haben zwar dieselbe Lage wie die stabförmigen Basalia einiger fossilen *Comatulae*, aber sie sind ihnen morphologisch nicht gleichwertig, da sie nicht aus den primären Basalia der Larven entstanden sind, die sich zur Rosette umbilden.

Diese als „dritte Basalia“ zu bezeichnenden Kalkstücke sind sehr variabel. Bei *Antedon rosacea* fehlen sie, ebenso bei den Arten von beiden Seiten des Atlantischen Oceans, die miteinander sehr nahe verwandt sind, wie *Antedon phalangium*, *dentata*, *hageni* etc.; abwesend scheinen sie zu sein bei *Eudiocrinus*, sicher fehlen sie bei *Eudiocrinus semperi*. Bei einzelnen tropischen Arten von *Antedon* und *Actinometra* erreichen sie

eine relativ starke Entwickelung; bei der letzteren sind sie stets vorhanden. Dasselbe gilt für *Promachocrinus* (Carpenter).

3. Die Radialplatten sind die Fundamentalplatten des Kelches. Mögen alle übrigen Kalkplatten Veränderungen erleiden, die fünf Radialplatten bleiben stets in allen Ordnungen erhalten. Bei den gestielten Formen sind diese Platten, von denen je eine in einem Radius des fünfstrahligen Baues liegt, mit den Basalplatten durch Nähte innig verbunden. Bei *Holopus* sind die Nähte auf der Kelchoberfläche nicht mehr sichtbar, bei *Hyocrinus* sind die interradialen Nähte zwar bemerkbar, die Nähte zwischen den Basalia aber sehr undeutlich. Bei *Rhizocrinus* sind sie vollständig unsichtbar. Bei Pentacriniden und Comatuliden sind die Nähte deutlich, da die Verbindung weniger eng ist. Bei *Bathycrinus* sind sie nur bei jungen Individuen wahrnehmbar, bei älteren nicht einmal mehr äusserlich bemerkbar. Die zweiten Brachialien von *Rhizocrinus* und die zweiten Radialien von *Bathycrinus* sind nur mit ihren unteren Kanten in Berührung, sonst aber frei. Bei manchen Crinoideen sind die zweiten Radialien durch Ligamente miteinander verbunden, die in besonderen Gruben an den Seiten der Proximalfläche inseriren.

Bei allen Pentacriniden sind fünf Radialia vorhanden. *Holopus* besitzt nur vier; bei *Antedon* fand Carpenter (135) selten vier, einmal sechs. Vier oder sechs Radialia sind bei *Rhizocrinus* das Gewöhnliche, selten kann man sieben antreffen. Bei *Promachocrinus* sind zehn das Normale; die Basalia hingegen sind in der Fünfzahl vorhanden.

Bei *Antedon rosacea* sind die fünf ersten Radialplatten, die die Kelchspitze bilden, mit der Centrodorsalplatte eng vereinigt. Sie liegen ihr auf der oralen Seite auf und sind einerseits miteinander, andererseits mit der Rosette eng verschmolzen, welche aus den Basalplatten hervorgegangen ist.

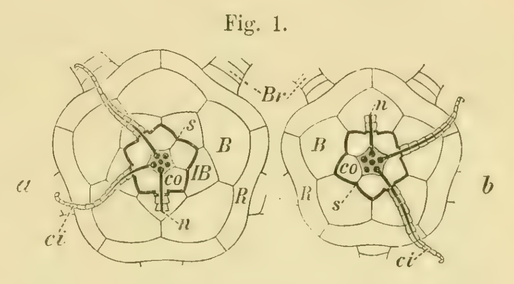
Jedes Radiale hat eine regulär dreieckige Gestalt. Die Spitzen des Dreiecks sind dem Centrum zugekehrt. In jedem Radiale verläuft von dem einen Eckpuncte der distalen Fläche zum anderen in gerader Linie eine vorspringende Leiste (articular ridge nach W. B. Carpenter), welche die ganze Articulationsfläche in zwei ungleich grosse Partien trennt. Die ventrale Partie, die bedeutend grösser ist, wird von einer vertical gestellten Leiste halbirt. Jede Hälfte zeigt zwei ungleich tiefe Gruben zur Aufnahme der Fasermassen, welche die Verbindung mit Radiale 1 und dem zweiten Radiale vermitteln. Die der distalen Fläche der ersten Radialia zugewendeten proximalen Flächen der zweiten Radialia zeigen dieselbe Bildung. Die unpaare dorsale Gelenkgrube dient zur Aufnahme der „elastischen Ligamente“ Carpenters, die mittlere, unmittelbar an die Querleiste stossende Grube nimmt die „interarticularen Ligamente“ auf, und in der oberen, ventralen Vertiefung verlaufen von einer Fläche zur anderen die „Flexorenmuskeln“. Die Darstellung Carpenters wurde von Bosshard (87), dem wir gefolgt sind, bestätigt.

Die Radialia sind durch einen Axialcanal durchbohrt, in dem ein Nervenast des apicalen Nervensystems verläuft; der Axialcanal öffnet sich in der distalen Fläche an der Kreuzungsstelle zwischen der verticalen und der horizontalen Kalkleiste. Auf der Innenseite der Radialia ist seine Mündung doppelt.

Als zweite, dritte usw. Radialien bezeichnet man Kalkplatten, die nach ihrer Entwickelung unstreitig als Armglieder anzusehen sind. Sie werden bei der Schilderung des Armskeletts beschrieben werden als (Radialia) Costalia, Distichalia, Palmaria, Postpalmaria.

4. Die Infrabasalplatten. Unterhalb der Basalplatten, zwischen ihnen und dem Centrodorsale, kann ein Kranz von fünf Kalkstücken auftreten, die in den Radien liegen. Man spricht dann von Crinoideen mit dicyclischer Basis. Fehlen diese Platten, so spricht man von einer monocyclischen Basis. Basalia und Infrabasalia sind gewöhnlich in der Fünfzahl vorhanden. Sie können aber in Gestalt und Zahl verändert werden durch Verschmelzung und Wachsthum. Das erste Stadium besteht in der Verschmelzung von einem Paar Basalplatten, die eine grössere und drei kleine hervorruft (siehe Fig. 2 folg. Seite) Dieses Stadium findet sich bei monocyclischen Gattungen. Eine weitere Verschmelzung bewirkt zwei grosse und eine kleine Platte (III, IV);

Fig. 1.



Vergleichung der dicyclischen und monocyclischen Basis. *B* Basalia; *Br* Brachialia; *Ci* Cirren; *co* Pentameren des Stieles; *IB* Infrabasalia. *n* Nerven zu den Cirren; *R* Radialia; *s* Nähte zwischen den Pentameren des Stieles.

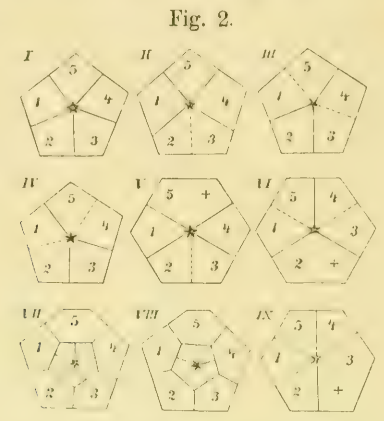
diese Form kommt sowohl bei mono- wie dicyclischen Gattungen vor. Die kleinere Basalplatte ist die linke vordere, selten die linke hintere, bei den Eublastoideen die rechte vordere. Unter den Dicyclica sind bei den Inadunata und Flexibilia drei Infrabasalia vorhanden. Bei ersteren ist die kleinere Platte oft das vordere Infrabasale, bei letzteren das rechte hintere Infrabasale. Bei einigen Monocycliken ist die Basis nur aus zwei Infrabasalplatten zusammengesetzt. Endlich können sämmtliche Platten zu einem soliden Ring verschmolzen sein. Das gilt für Mono- wie Dicyclica. Von einem pseudomonocyclischen Typus spricht man, sobald die Infrabasalia mit der nächsten Reihe verschmolzen sind. Bei *Eugeniacrinus* sind die Basalia von den Radialia überwachsen und mit ihnen verschmolzen. Den besten Einblick in diese Verhältnisse giebt die folgende Figur nach Wachsmuth und Springer (495), welche nach Bather (Geol. Mag. Vol. 5. 1898) copirt ist.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Symmetrie der Basis durch die Analplatten verändert werden kann, so dass die Basis statt pentagonal hexagonal gestaltet wird. Diese Analplatten liegen im hinteren unpaaren

Interradius, fehlen aber in den übrigen. Durch sie wird der radiäre Bau des Apicalskeletts gestört.

Zu den Crinoideen mit dicyclischer Basis gehören die meisten Inadunata. Bei ihnen finden sich 3 oder 5 Infrabasalia und ebensoviel Basalia. Hierzu kommen 1—3 asymmetrisch liegende Analia. Von der Ordnung der Camerata ein Theil der Reteocrinidae mit 4 oder 5 Basalia, die Glyptasteridae, die Crotalocrinidae, die Ordnung der Articulata mit 3

Fig. 2.



Basen und ihre Verschmelzungen nach (Wachsmuth und Springer)-Bather. I—VI und IX monocyclische, VII und VIII dicyclische Basis. I—IV pentagonale, nicht durch Analplatte beeinflusste Basis. V, VI, IX hexagonale, durch Analplatte beeinflusste Basis. I 5 B; II 4 B; III 3 B; Crinoidtypus. IV 3 B, Blastoidtypus; V 4 B; VI 3 B, VII 3 IB; Dicyclica Inadunata; VIII 3 1B Flexibilia Impinnata; IX 2 B.

ungleich grossen Infrabasalia, endlich die Canaliculata, bei denen die Infrabasalia mit dem obersten Stielgliede zu dem Centrodorsale verschmolzen sind.

Zu den Crinoideen mit monocyclischer Basis gehört ein Theil der Inadunata, ein Teil der Reteocrinidae, die Melocrinidae mit 3—5 Basalia, die Actinocrinidae mit 3, selten 4 Basalia, die Platycrinidae mit 3 ungleichen Basalia, die Hexacrinidae mit 2 oder 3, die Acrocrinidae mit 2, die *Barrandeocrinidae* mit 3, die *Eucalyptocrinidae* mit 4 Basalia.

Eine kritische Besprechung der Wachsmuth und Springer'schen Ausführungen hat Bather (Wachsmuth and Springer's Monograph of Crinoids. Geol. Magazin. New Series, Decade IV. Vol. 5 und 6 1898—1899) gegeben; auf diese Abhandlung sei besonders verwiesen.

2. Das Oralskelett.

Das Oralskelett ist im Gegensatz zum apicalen System sehr einfach gestaltet: es besteht aus fünf Kalkplatten, die eine subtrianguläre Gestalt zeigen und, in den Interradien gelegen, in einem Kranz das Peristom umgeben. So ist es bei der gestielten Larve von *Antedon* und *Actinometra*. Am erwachsenen Thier sind sie rückgebildet (Pentacrinidae und Comatulidae). Die bei den übrigen Crinoideen auftretenden Platten sind mit

diesen fünf Platten der Larve homolog. Bei *Haplocrinus*, *Pisocrinus*, *Symbathocrinus*, *Allagecrinus* und anderen Gattungen (= Larviformia, Wachsmuth und Springer) besteht das Oralskelett aus fünf subtriangularen interradialen Platten, welche die ganze orale (actinale) Fläche einnehmen und mit ihren Spitzen rund um die Mundöffnung zusammenstossen und so eine geschlossene Pyramide bilden. Aehnlich gelagert sind diese Platten bei den recenten Gattungen *Hyocrinus* und *Holopus*, *Thaumatocrinus* und *Rhizocrinus*. Sie unterscheiden sich von den vorher genannten Gattungen dadurch, dass die Platten getrennt sind und das Peristom mehr oder weniger vollständig bedecken. Die Entwickelung der Platten ist bei den verschiedenen Gattungen verschieden. Bei den Pentacriniden und Comatuliden, mit Ausnahme von *Thaumatocrinus*, machen die Oralia eine Rückbildung durch. Bei dieser Gattung, sowie bei *Rhizocrinus*, *Hyocrinus*, *Holopus* zeigen sie ein verschiedenes Stadium der Entwickelung. Bei *Holopus* ist die embryonale Lagerung erhalten und sind die Oralplatten kaum von den ersten Radialien getrennt, indem sie mit den inneren Rändern dieser Platten in dichte Verbindung kommen, während die Arme ausserhalb, frei, beginnen. Während die Oralia bei *Holopus* somit das Peristom fast ganz bedecken, zeigen *Hyocrinus* und *Thaumatocrinus* (Fig. 3 Taf. I) ähnliche Verhältnisse; es sind die Platten noch gross, aber getrennt von den Rändern der Radialien durch eine Randzone des Peristoms, welche mit dicht gedrängten Täfelchen besetzt ist und ungefähr ein Fünftel des ganzen Scheibendurchmessers beträgt. Ungleich entwickelt sind die Oralplatten bei den beiden lebenden Arten von *Rhizocrinus*. Bei *Rh. lofotensis* sind sie nach Sars (441 Crinoids vivants) kleine, rückgebildete Platten, bei *Rh. rawsoni* sind sie relativ grösser, und ihre Basen nähern sich den ersten Brachialien, von denen sie nur durch ein enges Band des Perisomes getrennt sind.

Bei *Coccocrinus* und *Culicocrinus*, die als primitive Formen der nicht typischen Camerata (Platycrinoidea) angesehen werden, wird der grössere Theil der Kelchdecke von fünf interradialen Platten bedeckt, welche für Oralia gelten. Bei diesen Platycrinoideen, welche eine complicirter gebaute Decke haben, sind die fünf Platten deutlich zu erkennen; bei einzelnen Arten aber ist die hintere Oralplatte abgeplattet gegen die Mundöffnung durch die Entwickelung der Analröhre und ist stärker entwickelt und von den übrigen umgeben. Bei den typischen Camerata ist die Lage der Platten zueinander eine ähnliche, so besonders bei *Actinocrinus*. — Bei den verschiedenen Gattungen der Inadunata (Fistulata, Wachsmuth und Springer), so bei *Cyathocrinus*, finden sich zwei Reihen von Platten, von denen jede als den Oralplatten homolog kann betrachtet werden. Entweder es sind fünf subtrianguläre Platten, von F. A. Bather Deltoids genannt, die an die Radialia stossen und das pentagonale Peristom bedecken und sich mit ihren Seiten unterhalb der Nahrungsfurchen berühren. Die hintere Platte ist die grössere und ist von Wasserporen durchdrungen. Oder es finden sich bei einzelnen Individuen fünf Platten,

Proximals von Bather genannt, die, interradial gelegen, das ganze Peristom bedecken. Sie stehen mit den *Ambulacralia* in Verbindung oder sind getrennt von diesen oder fehlen ganz.

Bei den Canaliculata sind Oralplatten in erwachsenem Zustande nur bei der Gattung *Rhizocrinus* vorhanden. Anhangsweise sei erwähnt, dass bei den Blastoideen die Kelchdecke kleine Tafeln trägt, die keine bestimmte Anordnung erkennen lassen. Bei einzelnen, wie *Stephanocrinus*, sind jedoch fünf Oralia ausgeprägt.

Bei einzelnen Cystoideen lassen sich die fünf Oralia gut erkennen. Bei *Cyathocystis* sind die Oralplatten gleich gross, bei anderen ist die hintere durch ihre Grösse ausgezeichnet, so bei einzelnen Arten der Gattungen *Glyptosphaera, Pirocystis, Sphaeronis.*

3. Das perisomatische Skelett.

Sämmtliche zwischen Apical- und Oralskelett gelegenen Kelchplatten werden zu dem perisomatischen Skelett zusammengefasst. Dieser Name rührt von Wyville Thomson (473) her, der auch die Basalia, Oralia, die Analplatte, die Interradialplatten und einige andere Platten oder Spicula damit zusammenfasste, welche im Perisom der Scheibe oder des Kelches sich entwickeln. Mit Ausnahme der Gattung *Haplocrinus* des Repräsentanten der Inadunata larviformia, kommen allen Crinoideen perisomatische Skelettplatten zu. Bei dieser Gattung setzt sich der Kelch allein zusammen aus je fünf Basal- und Radialplatten und fünf Oralplatten. Von den fünf Radialplatten sind drei quergetheilt.

Um sich in der grossen Zahl der auftretenden Perisomplatten zurecht zu finden, wollen wir sie zunächst kurz charakterisiren und dann ihr Vorkommen an einzelnen typischen Vertretern näher erörtern.

In der Kelchdecke treten zwischen den fünf primären Radialplatten und den zweiten Radialplatten Platten auf, die Interradialplatten (Interradialia) genannt werden. Sie sind in den fünf Interradien gelegen und bald in der Einzahl, bald in der Mehrzahl vertreten. Sie liegen zwischen Oralplatten und dem Kelchrand.

Die Interradialia des Kelches werden als Interbrachialia bezeichnet. Sie finden sich bei allen Formen, deren Arme tief in dem Kelch entspringen und sich bereits in ihm theilen, wie es bei den Camerata der Fall ist. Sie stellen dann zwischen den Armzweigen die Verbindung her. Die Interbrachialia, welche zwischen den Zweigen der ersten Gabelung liegen, heissen Intersecundibrachialia oder Interdistichalia, die zwischen den Zweigen der zweiten Gabelung Interpalmaria und so fort.

Als Analia bezeichnet man Platten, die in der Kelchdecke als Stütze des Afters und der Afterröhre auftreten; sie liegen sämmtlich im hinteren Interradius. Diese Platten sind nach Wachsmuth und Springer von grösster Bedeutung für die Stammesgeschichte der paläozoischen

Crinoideen und somit auch für die Classification selbst. Die Bezeichnung Analplatten ist von Wachsmuth und Springer für solche Platten des hinteren Interradius angewendet worden, die erstens direct oder indirect mit dem After in Verbindung stehen und zweitens den Analtubus stützen.

Eine weitere Gruppe von Supplementplatten, wie die Platten des perisomatischen Skeletts auch genannt werden, sind die Interambulacralia, kleine Skelettplatten, die auf der Scheibe liegen und mit den Interbrachialia correspondiren. Sie treten auf, sobald die Arme in der Kelch-

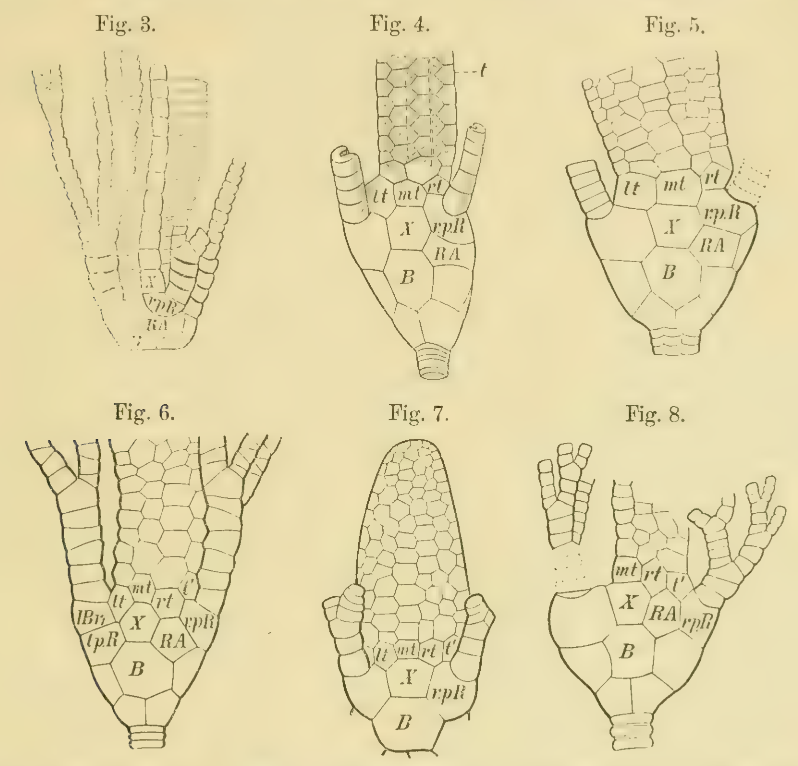


Fig. 3. *Iocrinus subcrassus.* Fig. 4. *Dendrocrinus longidactylus.* Fig. 5. *Dendrocrinus Casei.* Fig. 6. *Poteriocrinus elegans.* Fig. 7. *Cyathocrinus longimanus.* Fig. 8. *Parisocrinus*; *t* Analröhre; *lt, mt, rt, t'* Interradialia analia; *RA* Radianale; *x* Analplatte; *B* Basale; *lpR, rpR* Radialia; Inadunata nach Bather.

decke entspringen und sich bereits in derselben theilen, indem sie dann die Räume bedecken, welche die vom Mund ausstrahlenden, sich ebenfalls theilenden Nahrungsfurchen bilden.

Endlich sind die Skelettplatten zu erwähnen, welche in den Nahrungsfurchen selbst auftreten können, sie theils einfassend als Seitenplatten, sie theils bedeckend als Deckplatten (covering plates).

Einzelne Beispiele mögen das Verhältniss dieser Supplementplatten zueinander klar machen.

In einem Theil der Gruppe der Inadunata, den Larviformia, wird der Kelch nur von den Oralia, Radialia und Basalia gebildet; der After liegt im

hinter Interradius, eine Analplatte und andere perisomatische Platten fehlen vollständig *(Haplocrinus)*. Bei anderen Inadunaten sind 1—3 asymmetrische Analplatten entwickelt.

Die Ordnung der Inadunata fistulata (Wachsmuth und Springer) ist durch einen Kelch ausgezeichnet, der nur im hinteren Interradius (Analinterradius) eine unregelmässig gestaltete Platte trägt, die zwischen die beiden hinteren Radialia sich einschiebt, oben rechts das mit Gelenkfläche versehene rechte hintere Radiale und links eine Analplatte trägt, über welche die Plättchen der Analröhre (Ventral- oder Analsack) folgen. Wachsmuth und Springer nennen die erstere Platte Aezygos plate, Bather Radianale, indem er sie als untere Hälfte eines Radiale ansieht. Der After selbst liegt entweder an der Spitze der Analröhre oder am Grunde an der vorderen Seite. Die Oralia bedecken bei den Inadunaten nur das Centrum der Kelchdecke oder sind gänzlich verschwunden. Es ist diese durch dünne, leicht auseinander fallende Platten besetzt, unter denen der Mund liegt (subtegminal).

Die Ambulacralfurchen werden von alternirenden Saumplättchen bedeckt.

Die Analröhre oder besser Ventralsack (anal sac, anal tube) ist bei den meisten Inadunaten eine blasenförmige oder cylindrische Ausstülpung im hinteren Interradius, in welcher wahrscheinlich die Leibeshöhle und Eingeweide lagerten. In Fig. 7 ist sie von *Cyathocrinus* wiedergegeben. Die Plattenreihen, welche sie bedecken, sind deutlich erkennbar; mit x ist die Analplatte bezeichnet.

Bei den Canaliculaten (Wachsmuth und Springer; Neocrinoidea H. Carpenter) ist die Kelchdecke häutig. Die Oralia fehlen meist im erwachsenen Zustand. An ihrer Stelle bedecken zahlreiche Platten die Decke, welche nur lose nebeneinander lagern. Diese Platten sind von Kelchporen durchsetzt. Interradialia treten selten auf; Analia sind niemals vorhanden.

Die Ambulacralfurchen sind entweder offen, wie die Mundöffnung, oder mit Platten bedeckt und mit Saumplatten besetzt. Die Analröhre ist mit Platten gepflastert. In der Familie der Holopidae ist die Kelchdecke mit fünf grossen, dreieckigen Oralplatten und zahlreichen kleinen Randplatten besetzt.

Die Camerata (Wachsmuth und Springer) zeigen die stärkste Entwickelung der Supplementärplatten. Der convexe Kelch wird von Platten gebildet, die durch einfache, glatte Suturflächen miteinander unbeweglich verbunden sind.

Die Arme beginnen tief im Kelche, so dass oft mehrere Zonen von Radialien übereinander liegen. Eine solid getäfelte Afterröhre ragt aus der Kelchdecke hervor. Fünf grosse Oralplatten, von denen die des hinteren Interradius (Analradius) sich durch Grösse auszeichnet, liegen in der Mitte der Decke, die letztgenannte ist zwischen die übrigen hineingeschoben. Weiter können in der Kelchdecke Interambulacralia und Ambulacralia unterschieden werden. Die ersteren können über die

Ambulacralfurchen hinüberwachsen, indem sich die Fortsätze der gegenüberliegenden Platten miteinander verbinden und die Furchen ganz überdecken, so dass sie unsichtbar werden. Die Interradialplatten der Kapsel kommen in mehreren Reihen vor, die allmählich in die Interambulacralia der Kelchdecke übergehen. Die Afteröffnung liegt meist excentrisch in der gewölbten Decke. Der Mund liegt subtegminal, ebenso wie die Ambulacralfurchen, die von besonderen Ambulacralien tunnelartig eingeschlossen sein können.

4. Das Skelett der Arme.

Die Arme sind Fortsetzungen der Radialzonen und mit dem ersten, obersten Kelchradiale durch eine Gelenkfläche verbunden. Die Radialia des Kelches sind eigentlich den Armgliedern, Brachialia, zuzuzählen, wir bezeichnen aber das auf das Radiale folgende Brachiale als das erste Armglied. Die Zahl der Glieder, die einen Arm zusammensetzen, ist bei einzelnen Gattungen sehr gross. Die Brachialia nehmen an Durchmesser ab mit der Entfernung von der Armbasis. Nach W. B. Carpenter setzen den Arm einer *Antedon* gegen 140 Segmente zusammen.

Die Armglieder sind entweder in einer einfachen Reihe angeordnet, wie die Stücke einer Geldrolle; dann nennt man den Arm einzeilig. Sind sie aus zwei Reihen alternirender Platten gebildet, so werden sie als zweizeilig bezeichnet. Wechselzeilige Arme nennt man solche, bei denen die Brachialia eine keilförmige Gestalt haben und so aufeinander folgen, dass abwechselnd die breite Seite nach rechts oder nach links zu liegen kommt. Es entstehen dann Zickzacknähte. Die zweizeiligen und wechselzeiligen Arme beginnen einzeilig.

In den meisten Fällen sind die Arme ein- oder mehrfach gegabelt und können Nebenäste tragen, die alternirend von ihnen sich abzweigen. Diejenigen Armglieder, über denen die Gabelung erfolgt, besitzen oben zwei dachförmig zusammenstossende Gelenkflächen und werden Brachialia axillaria genannt. Die von den Axillargliedern ausgehenden Aeste sind entweder gleich stark und gleichmässig verzweigt, oder sie entwickeln sich ungleich, indem der eine, stärkere Ast sich weiter gabelt, der andere aber im Wachsthum zurücksteht und einfach bleibt.

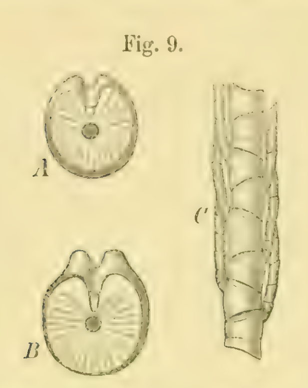
Die Arme und ihre Verzweigungen tragen auf ihrer nach innen gewendeten Fläche seitlich, rechts und links, kurze, dünne, gegliederte Anhänge, die Pinnulae, deren Glieder den Bau der Armglieder wiederholen.

Für die Brachialia der Arme und ihrer Verzweigungen sind folgende Namen angewendet worden. Als Costalia bezeichnet man die Radialia bis zur ersten Gabelung (Radialia 1. Ordnung), als Distichalia die Radialia von der ersten bis zur zweiten Gabelung (Radialia 2. Ordnung) und so weiter als Palmaria die 3. Ordnung, als Postpalmaria die der folgenden Ordnungen.

Bather hat folgende Bezeichnungen vorgeschlagen. Er nennt die Radialia bis zur ersten Gabelung Primibrachialia oder „Primibrachs",

die Gabelung selbst „Primaxil", die Radialia von der ersten bis zur zweiten Gabelung „Secundibrachs", dann folgen Tertibrachs, Quartibrachs u. s. w. Jedes Brachiale ist auf der ventralen Seite rinnenförmig vertieft; diese Vertiefungen bilden die Ambulacralfurche. In der Richtung der Längsaxe ist das Brachiale durchlocht; hier verläuft der Axialcanal. Die proximalen und distalen Flächen sind zu Gelenkfacetten ausgebildet und zeigen für die Aufnahme der Muskeln und Ligamente Vertiefungen: Die Articulationsflächen der einzelnen Segmente sind nicht parallel zueinander und zur Längsaxe rechtwinkelig gestellt, sondern, wie die beifolgende Fig. 9 zeigt, schräg gestellt zur Längsaxe des Armes, so dass sie abwechselnd nach der Innen- und Aussenseite des Armes convergiren. Es besitzt infolgedessen jedes Glied einen kürzeren und einen längeren Seitenrand. Die Segmente sind im Arme derartig angeordnet, dass z. B. der kürzere Seitenrand des ersten mit dem längeren Seitenrand des nächsten, der längere Seiten (Aussen-) rand des ersten mit dem kürzeren Seiten- (Aussen-) rand des folgenden zusammenstösst. Nur die Flächen, die eine Syzygie bilden, stehen vertical zur Längsaxe des Armes und sind untereinander parallel. Diese Schilderung Bosshards (87) bezieht sich auf *Antedon rosacea.*

Fig. 9.



Syzygien eines Armes von *Antedon rosacea. A* epizygial, *B* hypozygial, *C* Rückenansicht eines Armfragmentes, die Syzygien und die Alternation der Seiten der Armglieder zeigend. (Nach Carpenter.)

Die Armglieder können entweder durch Gelenke verbunden sein, oder zwei aufeinander folgende Gelenke sind unbeweglich durch Fasermassen miteinander verbunden; dann spricht man von einer Syzygie. Joh. Müller (368) verstand unter einer Syzygie die unbewegliche Nahtverbindung zweier Glieder. In demselben Sinne gebrauchen auch Bather und Bosshard diese Bezeichnung. — Gelenke und Syzygien wechseln in gesetzmässiger Weise miteinander ab. Hypozygial (proximal) heisst das Armglied, welches unterhalb der Syzygialnaht liegt, epizygial (distal) das oberhalb gelegene.

Bei einzelnen lebenden Gattungen sind die Brachialia an ihrem Ursprung durch ein biegsames Integument verbunden, das sehr kleine Supplementplatten enthält, so bei *Calamocrinus* und *Isocrinus.* Aehnliche mit Platten versehene Membranen sind zwischen dem zweiten und dritten Brachiale eines Armes entwickelt. Solche Platten können die einzelnen Aeste der Arme fest miteinander verbinden.

Die Pinnulae setzen sich aus Gliedern zusammen, die denen der Arme ähneln, so dass man sie als die letzten Armzweige ansehen kann. Jede Pinnula ist nach P. H. Carpenter ein Arm im Kleinen. Auf der

Ventralseite sind sie, wie die Arme, mit der Ambulacralfurche versehen. Nur die epizygialen (distalen) Glieder tragen Pinnulae, die in alternirenden Reihen auf beiden Seiten der Arme stehen (vergl. Fig. 4, Taf. I).

5. Das Skelett des Stieles.

Wie bereits früher erwähnt wurde, sind die Crinoideen mit einem Stiel von wechselnder Länge im Meeresgrunde festgewachsen. Die Länge des Stieles kann mehrere Meter betragen (*Pentacrinus*); bei anderen ist er kurz oder verkümmert, oder die Tiere sind mit dem Kelche festgewachsen (*Cyathidium*) oder ohne Stiel frei beweglich (*Astylocrinus, Uintacrinus, Marsupites, Thaumatocrinus*, Comatulidae).

Der Stiel setzt sich zusammen aus verschieden langen Kalkgliedern, die wie die Stücke einer Geldrolle aufeinander liegen. Die Form und Gestalt ist wechselnd. Bald sind die Glieder niedrig scheibenförmig, bald mehr cylindrisch geformt. Ihr Umfang ist kreisrund, elliptisch oder kantig, und zwar meist fünfkantig. Selten sind sie aus fünf symmetrisch angeordneten Stücken zusammengesetzt. Die Verbindung untereinander wird durch Bindesubstanz bewirkt. Sind die Flächen der Glieder glatt, so legen sie sich eng aufeinander, und es kommt zu einer Syzygialverbindung. Meist sind sie radiär gestreift, gefurcht oder durch Articulationsflächen beweglich miteinander verbunden. Alle Glieder sind im Centrum durchbohrt. Der auf dem Querschnitt rundliche oder ovale oder fünfeckige centrale Canal durchzieht den Stiel in ganzer Länge In ihm verlaufen die Cölomcanäle, Nerven u. s. w., wie weiter unten des Näheren gezeigt werden wird. Selten stehen im Umkreis des centralen Hauptcanals fünf periphere Canäle von geringem Durchmesser.

Durch Entwickelung neuer Glieder am oberen Ende des Stieles unterhalb der Kelchbasis und durch Vergrösserung der einzelnen Glieder erfolgt das Wachsthum des Stieles. Die jüngsten Glieder sind an ihrer geringen Höhe sofort zu erkennen.

Fig. 10.

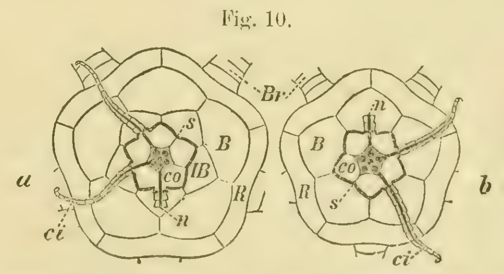


Diagramme zur Vergleichung der dicyclischen *(a)* und monocyclischen *(b)* Basis. *B* Basalia; *R* Radialia; *Br* Brachialia; *co* Pentameren des Stieles. *IB* Infrabasalia. *Ci* Cirren. *n* Cirrennerven.

Am Stiele treten besonders bei den Pentacriniden in Abständen wirtelförmig angeordnete, gegliederte Seitenäste auf, die Nebenranken oder Cirren. Sie sind ebenfalls von einem centralen Canal durchbohrt. Die zwischen den rankentragenden Gliedern liegenden Glieder bezeichnet man als Internodia.

Wachsmuth und Springer (495) haben eine Regel aufgestellt, welche in der beigegebenen Abbildung zusammengefasst wird. Sie bezieht

sich aber nur auf pentagonale Stämme oder Lumen und erleidet selbst da noch Ausnahmen. Die Regel besagt, dass zwischen dem Stiele und den Kalktafeln der Basis der Apicalkapsel besondere Beziehungen bestehen, die für monocyclische und dicyclische Crinoideen verschieden sind. Bei ersteren liegen die fünf Kanten des Stieles radial, die Ecken interradial, ebenso wie die fünf Cirren. Bei dem dicyclischen Typus (Crinoideen mit Infrabasalia) liegen die Kanten des Stammes interradial, die Strahlen des Centralcanals und die fünf Cirren radial. Diese Wachsmuth und Springer'sche Regel gilt aber nur für fünfkantige Stämme, und selbst da giebt es Ausnahmen. Bather (53a) hat aus diesem Grunde diese Regel ergänzt, indem er die Axenstränge berücksichtigt und so einen sicheren Führer für die Unterscheidung zwischen mono- und dicyclischen Crinoideen auch in den vielen vorkommenden zweifelhaften Fällen gegeben hat, wie die folgende Tabelle zeigt (nach Bather).

	dicyclisch	monocyclisch
Basalia	interradial	interradial
Infrabasalia	radial	—
Pentameren des Stieles, wenn vorh.	interradial	radial
* Aeussere Ecken des Stieles	interradial	radial
Verticale Suturen des Stieles, w. vorh.	radial	interradial
* Seiten (Kanten) des Stieles	radial	interradial
* Ecken des Stiellumens	radial	interradial
Cirren, wenn vorh.	radial	interradial
Axialstränge des Stieles	radial	interradial

* bedeutet, dass Ausnahmen vorkommen.

Die Ranken des unteren Endes des Stieles, das bald zu einem wurzelähnlichen Gebilde verdickt sein kann, bald verästelt oder allmählich spitz zulaufen kann, heissen Wurzelcirren. Sie können verästelt sein, so dass sie in dem sandigen Meeresboden die Befestigung des Stieles bewirken (Fig. 1 Taf. I).

Bei den Comatuliden, die im erwachsenen Zustande frei beweglich sind, treten Ranken am Centrodorsale auf. Im *Pentacrinus*-Stadium besteht die Larve aus dem Kelch, der vermittelst eines Stieles festsitzt. Am obersten Stielglied treten zunächst fünf radial gelegene Ranken auf, später fünf interradial gelegene. Bei der Ablösung des Kelches vom Stiel bleibt das oberste Stielglied mit letzterem in Verbindung, da es mit der Centralplatte und den Infrabasalia zum Centrodorsale verschmolzen ist. An diesem sprossen neue Ranken hervor.

Die Ranken der Comatuliden bezeichnet man zum Unterschied von den Seitenranken des Stieles als Dorsalcirren. Nach W. B. Carpenter (157) bestehen sie bei *Antedon* meist aus fünfzehn Kalksegmenten. Jede Cirre ist gekrümmt; das letzte Segment ist ebenfalls gekrümmt und trägt am Ende eine Klaue. Die Krümmung ist dorsalwärts der Kelchspitze zugekehrt. Nach Bosshard ist die Krümmung in den Endpartien

stärker als im Basalteile und in der Mitte. Die drei Basalsegmente einer Ranke sind gegenüber den folgenden Stücken in ihrer Längsaxe stark verkürzt. Jedes Glied ist eine cylindrische Scheibe, die von dem Axialcanal durchbohrt wird. Die Flächen sind mit Vertiefungen versehen, in denen die Muskelfasern, die die Glieder verbinden, sich anheften. Die distale Articulationsfläche aller Basalglieder trägt einen elliptischen Gelenkwulst (Bosshard), der in einer pfannenartigen Vertiefung der proximalen Fläche eingepasst ist, so dass eine wiegende Bewegung in dorsoventraler Richtung ermöglicht wird (Fig. 10, Taf. I).

6. Die Verbindungsweise der Arm- und Rankenglieder.

Die Frage nach der Verbindungsweise der Gelenke der Kalkglieder der Arme, der Pinnulae und der Ranken miteinander ist zuerst von Joh. Müller in Angriff genommen worden. Die einzelnen Glieder eines Armes sind durch Gelenke miteinander verbunden, und zwar derart, dass Vorsprünge der Fläche des einen Gliedes in Vertiefungen der Fläche des benachbarten Gliedes eingreifen. Die Bewegung geschieht durch zwei Gruppen von Fasern, die auf der oralen (ventralen) Seite und der apicalen (dorsalen) Seite zweier aufeinander folgenden Glieder angeordnet sind. Dabei wirken die Fasern der einen Seite antagonistisch zu denen der entgegengesetzten.

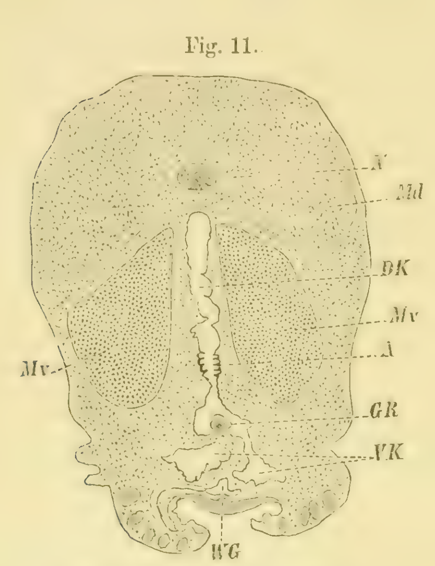
Sobald die Arme, etwa eines *Antedon*, über der Oralseite zusammenschlagen, wird dies bewirkt durch eine Contraction der ventralen Fasergruppen der Armglieder. Dass diese Fasergruppen echte Muskelfasern sind, wird zur Zeit von niemandem bestritten. Nur über die Natur der ihnen entgegenwirkenden Fasergruppen sind die Meinungen getheilt. Sobald die Arme sich aufklappen und zurückschlagen, treten die dorsal gelegenen Fasergruppen in Thätigkeit. Dieses Zurückschlagen, Strecken und Beugen der Arme nach dem Apicalpol soll nach der Ansicht einiger Forscher lediglich eine Folge der Elasticität dieser Fasern sein; nach der Meinung anderer aber sind die dorsalen Fasern echte Muskelfasern. Ehe wir uns zur Histologie beider Fasergruppen wenden, sei in Kürze das Geschichtliche dieser Frage wiedergegeben.

Joh. Müller hat wohl zuerst die Elasticität der dorsalen Fasern behauptet, und seiner Autorität sind viele seiner Nachfolger gefolgt. So nimmt auch W. B. Carpenter ihre elastische Natur an. In neuester Zeit hat Bosshard auf Grund histologischer Befunde dieselbe Ansicht vertreten. Zu entgegengesetzten Resultaten sind auf Grund eingehender Untersuchungen Jickeli, Hamann, Vogt und Yung und Perrier gekommen; sie unterscheiden ventrale und dorsale echte Muskelfasern.

1. Die ventralen Muskeln der Gelenke der Armglieder. Diese ventralen, paarigen Muskeln sind am lebenden Thier durch ihre gelbliche bis bräunliche Farbe kenntlich. Diese paarigen Muskelgruppen sind in Fig. 11 mit *Mv* bezeichnet. Diese Figur giebt einen Querschnitt

durch einen Arm wieder, auf dem die Muskeln quer durchschnitten sind. Ludwig (313) beschreibt sie als schmale, lange Bänder, die an ihren Enden eine unbedeutende Verbreiterung erfahren. Jede Muskelfaser hat die Länge des ganzen Muskelbündels. An jeder Faser findet man einen länglichen Kern. Eine feinere Structur konnte er nicht erkennen. Die einzelnen Muskelfasern färben sich mit Carmin tief dunkel und heben sich von der vollständig ungefärbten Bindesubstanz, der Cutis, deutlich ab. Ihre Gestalt ist an Querschnitten durch die Arme am besten erkennbar. Auf solchen sieht man, dass jede Faser von bandförmiger Gestalt ist, und dass die einzelnen Fasern in Gruppen angeordnet stehen, wie Fig. 2, Taf. II, zeigt. Zwischen den concentrisch angeordneten zu Bündeln vereinigten Muskelfasern ist eine glasig helle Grundsubstanz, in der hier und da Zellen oder Kerne deutlich erkennbar sind, vorhanden. Die Muskelfaserbündel sind nach Jickeli (264) in selbstständige bindegewebige Scheiden eingeschlossen. Isolirte Muskelfasern zeigt Fig. 3, Taf. II.

Fig. 11.



Mv Ventrale Muskeln; *Md* Dorsale Muskeln; *DK* Dorsal-canal; *VK* Ventralcanal; *GR* Genitalröhre; *A* mit Wimpersäckchen versehener Abschnitt des Dorsalcanales; *WG* Wassergefäss; *N* Nervenstamm.

Jede Muskelfaser zeigt im lebenden Zustand eine schwach wahrnehmbare Längsstreifung, der entsprechend sie bei Macerirung leicht in eine Anzahl feiner, dünner Fäserchen zerfällt.

Einer Muskelfaser liegen aussen mehrere Zellkerne von länglich-ovaler Gestalt auf. Soweit die Schilderung von Hamann. Jickeli glaubt eine Schrägstreifung gesehen zu haben. Bosshard (87) fand an frischen Zupfpräparaten und Längsschnittpräparaten glatte Fasern, Fasern mit deutlicher Längsstreifung und Fasern mit doppelter Schrägstreifung; nach ihm kommen alle Uebergänge von der glatten Faser bis zur doppelt schräg gestreiften innerhalb desselben Muskelbündels vor. Ein Sarkolemm ist an jeder Muskelfaser vorhanden.

Wie Fig. 3, Taf. II, zeigt, sind die Muskelfasern gegen die Grundsubstanz des Bindegewebes scharf abgegrenzt, was auch Bosshard betont.

2. Die dorsale Musculatur der Arme. Wenn ich die in Fig. 11 mit *Md* bezeichneten Fasergruppen als Muskeln bezeichne, so geschieht dies infolge ihres Verhaltens gegen Färbemittel und infolge ihres Baues. Beides unterscheidet sie genügend von den Bindesubstanzfasern, wie sie an kalkfreien Stellen der Bindesubstanz vorkommen. Weiter ist ihre histologische Uebereinstimmung mit den Cirrenfasern, an der niemand zweifeln kann, allein schon beweiskräftig genug, sie als Muskelfasern anzusprechen.

Im Verhältnis zur ventralen Armmusculatur färben sich die dorsalen Fasergruppen schwach. Mit Ranvier's Pikrocarmin tingiren sich die ventralen Muskeln dunkel fleischfarben, die dorsalen mehr rosaroth, heben sich aber von der Bindesubstanz sehr deutlich ab. Mit anderen Färbemitteln ist stets ein Unterschied in der Intensität der Färbung festzustellen, indem sich die ventralen Muskeln dunkler färben. Bosshard glaubt, aus einzelnen Färbungen mit mehreren Anilinfarben die Idendität der dorsalen Fasern mit Bindesubstanzfasern folgern zu dürfen. Meiner Meinung nach mit Unrecht. Es folgt aus diesen einzelnen Färbungen nur, dass die dorsalen Fasern der Bindesubstanz in ihrer Zusammensetzung verwandt sind.

Weiter erklärt sich die Färbung aus ihrer Function. Die ventrale Musculatur wirkt kräftiger, schneller, die dorsalen Fasern hingegen langsamer.

Nur wenn auch die einfachen Farbstoffe wie Carmin und Hämatoxylin Bindesubstanz und Dorsalfasern übereinstimmend färben würden, wäre der Bosshard'sche Schluss berechtigt.

Der Bau der einzelnen Dorsalfaser ist nach Hamann (235) folgender.

Isolirt man die dorsalen Muskeln, so erhält man Fasern, wie sie Fig. 4 auf Taf. II zeigt. Die Fasern, 0,4 mm und darüber lang, sind contractile Faserzellen. Die Zelle ist an zwei Polen spindelig ausgezogen und an den Enden pinselförmig zerfasert, was bei den braunen, glatten Ventralfasern nicht der Fall war. In den Cirren sind diese Faserzellen kleiner, aber von demselben Bau.

Die einzelnen Faserzellen in den Cirren sind zumeist zu Bündeln vereinigt, wie Fig. 5, Taf. II, zeigt. An ihren Enden strahlen sie wie die dorsalen Fasern der Arme pinselförmig aus. Bei *Actinometra pulchella* können diese Muskelfasern in den Armen eine Länge von 0,5 mm, in den Cirren von 0,2 mm erreichen.

In übereinstimmender Weise schildert Jickeli (264) die dorsalen Fasern als spindelförmige, längsgestreifte Zellen. Die Uebereinstimmung im Bau der dorsalen Fasern mit den Fasern der Cirren wird allseitig anerkannt.

Merkwürdiger Weise hat Joh. Müller (368) die Fasern, welche die Glieder der Cirren verbinden, für elastische Fasern erklärt. Nun setzt aber die Function des Cirrus, wie die physiologischen Experimente zeigen, Muskeln voraus. Jickeli hat sich zuerst gegen die Müller'sche Ansicht, der sich die späteren Forscher angeschlossen hatten, gewendet. Dass

die *Antedon* mit Hilfe der Cirren, insbesondere mit den beiden Endgliedern derselben, die eine Art Krebsschere, eine Greifzange bilden, sich an ihrer Unterlage festhalten, Gegenstände ergreifen können u. s. w., zeigte die Beobachtung lebender Thiere.

Die Fasermasse in den Syzygien, das heisst die Fasern, welche die Nahtverbindung von je zwei Kalkstücken derartig herstellen, dass diese unbeweglich gegeneinander sind, wird jedermann der Bindesubstanz zurechnen. Ihr Bau ähnelt dem der dorsalen Muskelfasern; nach Bosshard hingegen bilden diese Bindegewebsfasern an ihren Ursprungsstellen jene Schleifen, wie er sie als Einfassungen von Hohlräumen geschildert hat. Eine histologische Unterscheidung zwischen beiden Faserarten ist aber sehr schwierig; hier kann nur die Beobachtung am lebenden Thier entscheiden, und diese zeigt, wie wir sahen, dass die Fasern der Cirren sich contrahiren, dass den Fasern der Syzygien aber jedes Contractionsvermögen abgeht.

Durch Joh. Müller wurde eine dritte Fasergattung als Interarticularsubstanz, von W. B. Carpenter als Interaticular Ligament bezeichnet. Sie liegt, wie Armlängsschnitte, die den Axialstrang des apicalen Nervensystems treffen, zeigen, zwischen den ventralen und dorsalen Muskelfasern. Bosshard beschreibt diese Fasermasse als ein dichtes Gefüge, das sich durch die specifische Färbung, die sie erlangt, scharf von den benachbarten Gewebepartien abhebt. Diese ligamentöse Fasermasse, wie sie Bosshard nennt, setzt sich aus kürzeren Fasern, als die Dorsalfasern sind, zusammen, die in einer Grundsubstanz liegen. Die Fasermasse hat bei starker Vergrösserung ein filziges Aussehen. Zwischen den Fasern liegen Kerne. Nach Müller und Carpenter haben wir es mit echten Ligamenten zu thun; Bosshard will ihr, wie den dorsalen Fasern, elastische Eigenschaften zuerkannt wissen, was er eingehend begründet.

7. Die Axialcanäle (Nervencanäle) der Axialkapsel und der Arme.

Wie bei der Schilderung der einzelnen Kalkplatten erwähnt wurde, sind diese von einem axialen Canal durchbohrt, in dem die Nerven verlaufen. Diese Canäle der Basalia, Radialia, Brachialia u. s. w. hängen untereinander zusammen und vereinigen sich in der Basis der Axialkapsel. Ihr Verlauf soll im Folgenden im Zusammenhang besprochen werden.

Von der Gewebsmasse, welche das gekammerte Organ umhüllt, dem centralen Nervensystem, gehen zunächst fünf interradial gelegene Nervenstränge aus, die in den Canälen der Basalia verlaufen. Bei der einen Gruppe der Crinoideen teilen sich die Canäle mit den Nervenstämmen innerhalb der Basalia (Fig. 12, 13). Bei einer anderen Gruppe erfolgt diese Theilung erst in den Radialia. Die benachbarten Gabelstämme

convergiren innerhalb der Radialia bis zur Verschmelzung. Der unpaare radiale Nervencanal verläuft innerhalb der Brachialia u. s. w., alle die Verzweigungen der Arme und der Pinnulae mitmachend. Innerhalb der Radialia und Brachialia treten Commissuren auf, die sehr complicirter Natur sein können. Bei einzelnen Gattungen, wie *Encrinus*, liegen die

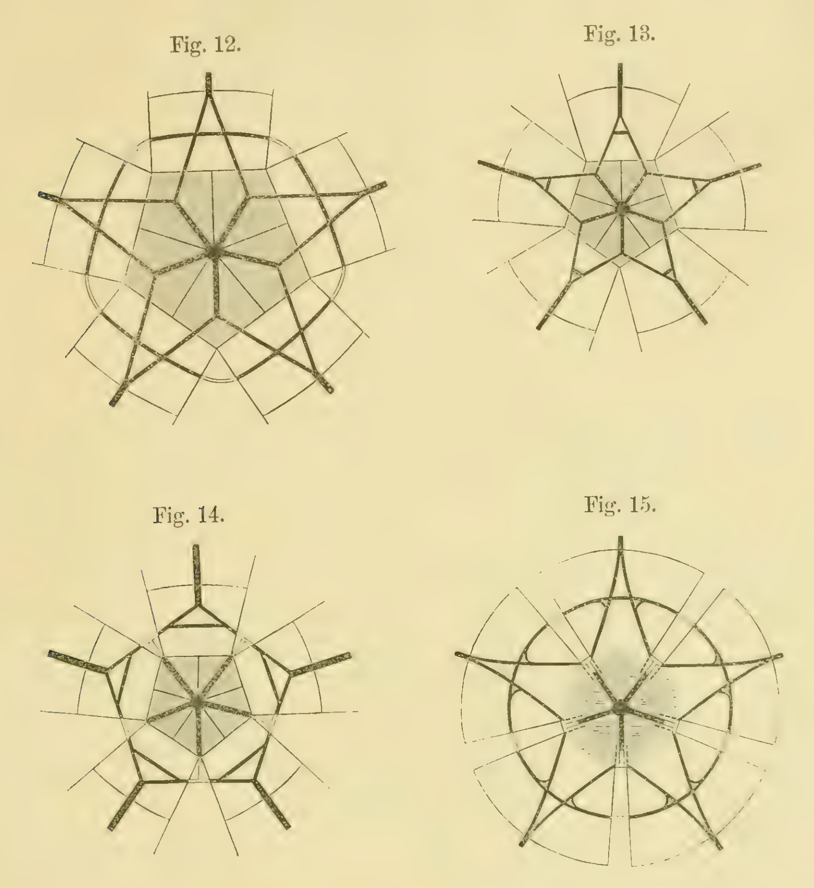


Fig. 12. *Pentacrinus*. Fig. 13. *Rhizocrinus*. Fig. 14. *Bathycrinus*. Fig. 15. *Eugeniacrinus*. Diagramme zur Veranschaulichung des Verlaufes der Axialcanäle. Die Basalia sind schraffirt, die Radialia weiss, die Canäle schwarz dargestellt.

paarigen Nervenstämme in gesonderten Canälen in den Armen. Während die *Neocrinoidea* (*Canaliculata*) sämmtlich Axialcanäle besitzen, fehlen sie anscheinend einzelnen Cameraten.

Der Verlauf der Axialcanäle und der Nervenstämme bei *Antedon* soll weiter unten in dem Capitel über das Nervensystem ausführlich besprochen werden.

IV. Das Nervensystem.

Während bei Seesternen, Seeigeln und Schlangensternen das ektoneurale Nervensystem mit seinem Schlundring und den radiär verlaufenden Nervenstämmen das Centralnervensysten darstellt, ein apicales Nervensystem aber nur untergeordnete Bedeutung hat, sehen wir dei den Seelilien veränderte Verhältnisse. Das ektoneurale Nervensystem ist sehr wenig ausgebildet, gleichsam auf einer frühen Entwickelungsstufe zurückgeblieben. Dafür liegt in der Kalkkapsel, und zwar in deren apicalen Theile, ein Centralnervensystem eingeschlossen, von dem aus mächtige Nervenstämme in die Arme und deren Verzweigungen und in den Stiel und dessen Ranken ausstrahlen. Ausser diesem apicalen Nervensystem ist ein drittes, in der Cutis gelegenes Nervensystem, das den Schlund umkreist, bekannt geworden, welches Aeste zu den radialen Wassergefässen abgiebt und mannigfache Verästelungen zeigt.

Zur Geschichte des Nervensystems.

Joh. Müller glaubte das Nervensystem in einem Strange gefunden zu haben, der in den Armen in deren Centrum verliefe. Dieser Strang war aber nichts anderes als der Genitalstrang, wie W. B. Carpenter (157) und Semper bereits zeigten. Der Entdecker des dorsalen oder apicalen Centralnervensystems ist W. B. Carpenter. Er erkannte, dass die Gewebsmasse, welche bei *Antedon rosacea* in der Spitze der Scheibe unterhalb der Rosette versteckt liegt, das Centralnervensystem ist. Seine Beobachtungen fanden jedoch wenig Zustimmung. Als im Jahre 1876 von Ludwig (312), P. H. Carpenter (94) und Teuscher ein ektoneurales Nervensystem gefunden wurde, und Ludwig die nervöse Natur der apicalen Gewebsmasse leugnete, wurde die Entdeckung von W. B. Carpenter nur von seinem Sohne und von Perrier vertreten. Erst durch Jickeli's und Marshall's Mittheilungen kamen die Angaben W. B. Carpenter's wieder zu Ehren, der selbst neue Argumente ins Feld führte. Vogt und Yung schlossen sich ihm an; ebenso Hamann (235), der eine von Abbildungen illustrirte Darstellung des feineren Baues des Nervensystems verschiedener Crinoideen gab.

Es waren physiologische Experimente, die W. B. Carpenter zur Ueberzeugung gebracht hatten, dass die Gewebsmasse, welche das gekammerte Organ umhüllt und sich in die Arme bis in die Pinnulae und in die Cirren fortsetzt, nervöser Natur sein müsse. Seine physiologischen Experimente sind von Jickeli geprüft worden. Auf Grund folgender Beobachtungen kam auch dieser Forscher zu derselben Ansicht. Streicht man mit einer Nadel über die Ambulacralrinne eines abgetrennten Armes einer *Antedon*, so ist keine Steigerung in der Bewegung der Pinnulae zu erkennen. Sticht man aber mit der Nadel in das Loch der Kalkglieder, in welchem der Gewebsstrang verläuft, so krümmt sich der Arm sofort

krampfhaft zusammen und die Pinnulae bewegen sich lebhaft, selbst wenn vorher am Arm keine Lebensäusserung mehr zu erkennen war. Schabt man das Epithel der Ambulacralrinne ab, so kann man immer noch durch einen Stich in das Loch der Kalkglieder eine Auslösung des Reizes erzielen; ätzt man aber jene letztere Stelle mit Höllenstein, so streckt sich der Arm gerade, und alle weiteren Reizversuche sind vergeblich, weil eben der Nerv getötet wurde. — Reizt man durch einen Stich ins Loch der Kalkglieder oder mittelst des electrischen Stromes einen abgerissenen Cirrus, so krümmt er sich auf das heftigste zusammen und geräth selbst in Tetanus.

Entfernt man den Weichkörper einer *Antedon* aus dem Kelch und bringt diesen mit Armen und Cirren ins Wasser zurück, die ventrale Seite nach aufwärts gekehrt, so strecken sich alle Arme gerade aus. Sobald man mit der Nadel von der Ventralseite in das Centrodorsale sticht, schlagen alle Arme synchron zusammen, um darauf sich wieder zu strecken. Giesst man einige Tropfen Essigsäure ins Wasser, so beginnt die des Weichkörpers beraubte *Antedon* umherzuschwimmen, und zwar mit grösster Lebhaftigkeit und denselben Bewegungen der Arme, wie es das unversehrte lebende Thier zeigt. Diese zweckmässigen Bewegungen vieler Tausend Muskeln sind aber, wie W. B. Carpenter ausführt, nur verständlich, wenn das nervöse Centralorgan vorhanden ist.

A. Das ektoneurale (orale) Nervensystem.

Den Nachweis von Nervenfasern und Nahrungsfurchen in den Ambulacralfurchen der Arme und der Scheibe erbrachte zuerst Ludwig. In demselben Jahre beschrieben dieses ektodermale Nervensystem P. H. Carpenter (94) und Teuscher (466), während die Bemerkungen Greeff's (220) nur allgemeiner Natur waren.

Die ektoneuralen Nerven verlaufen in den Tentakel- oder Nahrungsfurchen, die bei *Antedon rosacea* fünf tiefe Furchen auf der Scheibe bilden, welche von der Mundöffnung aus strahlenförmig verlaufen. Eine kurze Strecke von der Mundöffnung entfernt theilen sie sich paarig, um auf der Ventralseite der zehn Arme bis zu deren Enden zu ziehen. Während ihres Verlaufes geben sie seitliche Aeste in die Pinnulae ab.

Die Nahrungsfurchen oder Tentakelrinnen werden an beiden Seiten von den Saumläppchen (crescentic leaves W. Thomson, festons Perrier, respiratory leaves Carpenter) besetzt, die lappige Erhebungen der Ränder der Furchen an der Basis einer jeden Tentakelgruppe darstellen. Jede Gruppe besteht aus drei Tentakeln, von denen der gegen das dorsale Ende gestellte gewöhnlich der grösste ist, der proximale der kleinste.

Die Saumläppchen sind bei *Pentacrinus* und *Rhizocrinus* verkalkt (Ludwig), bei *Antedon rosacea* fand Perrier (395) unregelmässig geformte, ästige Kalkspicula. Am lebenden Thiere können sich, bei einer

Reizung, die Saumläppchen sammt den Tentakeln über die Nahrungsfurchen hinweglegen und greifen dann bei ihrer alternirenden Stellung von rechts und links ineinander, wie Ludwig schildert. Ihre Function ist die, einen Schutz für die Furchen zu bilden; dass sie zur Respiration in Beziehung stehen sollen, wie W. B. Carpenter wollte, bezweifelt Ludwig.

Die Mundhöhle wird ebenfalls von Saumläppchen umgeben. Die Tentakel werden, je näher sie der Mundöffnung stehen, immer kleiner, wie die Saumläppchen, die allmählich verstreichen (siehe weiter unten Darmcanal).

In der Tiefe der Nahrungsfurchen ist das Epithel polsterartig verdickt. Seine Zusammensetzung erkennt man aus Fig. 6, Taf. II, welche einen Querschnitt durch einen Arm eines *Antedon* wiedergiebt. Mit *TF* ist die quer durchschnittene Tentakelfurche bezeichnet, mit *ep* das stark verdickte Furchenepithel, mit *T* ein längs durchschnittener Tentakel.

Das Epithel, welches die Furche auskleidet, besteht nach Ludwig aus lang ausgezogenen Zellen. In der Mitte der Tentakelfurche ist es am höchsten, nach den Seiten wird es allmählich niedriger, um dann allmählich in das Epithel des Tentakels überzugehen. Eine Cuticula überzieht das Epithel aussen. Kurze, dicht stehende Wimpern überragen die Cuticula, wie zuerst W. B. Carpenter geschildert hat. Nach Ludwig liegt dicht unter dem Epithel eine Schicht, die in ihrer Hauptmasse von ungemein feinen, häufig mit winzigen Zellen untermischten Fasern gebildet wird, die in der Längsrichtung des Armes verlaufen. Sie stellt ein 0,4 mm breites Band bei *Antedon Eschrichtii* vor, das unterhalb des Epithels liegt. Durchsetzt wird die Fasermasse, die Ludwig als Nervenfasern anspricht, von senkrechten Strängen, über deren Natur er nicht ganz ins Reine gekommen ist. Bei *Antedon Eschrichtii* sollen sie zur Bildung einer Lamelle zusammentreten, die die Nervenfaserschicht vom Epithel trennt, bei *Antedon rosacea* vermisste er sie hingegen. Nach Teuscher stehen die Stränge mit den Epithelzellen in Verbindung.

Nach Hamann (235) verlaufen die Nervenfasern nicht subepithelial, sondern epithelial (vergl. Fig. 12, Taf. II). In dieser Figur ist das Epithel der Tentakelfurche mit *ep*, die durchquerte Nervenfaserschicht mit *nf*, das subepitheliale Bindegewebe mit *bg* gekennzeichnet. Die Nervenfibrillen, auf dem Querschnitt kaum messbar, sind von den Bindegewebselementen durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen zu unterscheiden. Ihr Verhalten Reagentien gegenüber stimmt überein mit dem des apicalen Nervensystems.

Das Wimperepithel besteht nach Hamann aus zwei Zellarten, die er als Epithelsinneszellen und Stützzellen unterscheidet. Beide Zellformen tragen Wimpern, die vermittels Fussstücken auf dem schmächtigen Zellleib befestigt sind. Sobald die Wimpern abgebrochen sind, erhält man Bilder, welche eine von senkrechten Porengängen durchsetzte Cuticula vortäuschen.

Die Epithelsinneszellen sind feine, haarförmige Zellen. Der spindlige Zellleib, welcher einen länglich ovalen, ein Netzwerk deutlich zeigenden Kern einschliesst, setzt sich nach der Oberfläche der Peripherie zu in einen bald längeren, bald kürzeren feinen Fortsatz fort, auf welchem eine Cilie steht. Basalwärts setzt sich die Zelle in einen feinen Ausläufer, welcher Varicositäten zeigen kann, fort, und dieser lässt sich an Macerationspräparaten in die Nervenschicht eintretend verfolgen. Sehr oft freilich reissen die basalen Fasern ab, und es erfordert viel Geduld, um an Glycerinpräparaten sich von dem Zusammenhang der basalen Fortsätze mit der Nervenschicht zu überzeugen. Fig. 8 auf Taf. II zeigen nach einem solchen Präparat diese Zellen. Die basalen Fortsätze sind ziemlich gut erhalten geblieben.

Ausser diesen Zellen sind es die das Epithel mit zusammensetzenden Zellen, welche sich durch ihren hyalinen, stark lichtbrechenden Fortsatz auszeichnen, die Stützzellen, wie ich sie, analog dem im Epithel eines Seesternes, Seeigels u. s. w. vorkommenden gleichen Gebilde, zu nennen vorschlage. Sie besitzen jene starken Fortsätze, welche nach anderen bindegewebiger Natur sein und nicht mit Epithelzellen in Zusammenhang stehen sollten. Ihr Zellkern ist ebenfalls länglich oval und scheint sich weniger stark zu tingiren als der der Sinneszellen.

Beide Zellformen setzen auch bei *Actinometra* das Epithel zusammen; daran kann bei sorgfältiger Untersuchung kein Zweifel sein.

In den Ambulacralfurchen der Pinnulae wiederholt sich derselbe Bau, so dass es nicht nöthig erscheint, auf denselben näher einzugehen.

Der Verlauf der epithelialen Nerven in der Scheibe ist folgender.

Die Tentakelfurchen bilden um die Mundöffnung eine dieselbe umkreisende Rinne, in der sie gleichsam verschmelzen. Das Epithel, welches die Mundöffnung umgiebt, ist somit eine directe Fortsetzung des hohen Wimperepithels der Furchen und besteht aus den gleichen Elementen. Was geschieht mit den fünf epithelialen radiären Nervenstämmen? Nach Ludwig verschmelzen sie zu einem Nervenschlundring, der die Mundöffnung umkreist. Jickeli (264) hat dieser Ansicht bereits widersprochen; Hamann hat sich ihm angeschlossen, indem er einen Schlundring leugnet. Die Nervenfasermasse tritt nach beiden Autoren in die Schlundwandung ein, um parallel zur Darmaxe zu verlaufen. Es stammen sämmtliche Nervenzüge im Peristom von dem ektoneuralen Nervensystem ab. - Das Epithel der Mundöffnung wird weiter unten besprochen werden.

B. Das dorsale oder apicale Centralnervensystem.

Das dorsale oder apicale Nervensystem zerfällt in das Centralorgan und die von diesem ausgehenden Nervenstämme zu den Armen, der Musculatur und zu den Cirren und dem Stiel. Das Centralorgan dieses Nervensystems ist im Centrodorsale gelegen, bei *Antedon* unterhalb der

Rosette Carpenter's in der Spitze des Kelches, vollständig von der Leibeshöhle abgeschlossen. Das Centralorgan umhüllt bei *Antedon* einen im Centrodorsale liegenden gekammerten Hohlraum, den sogenannten gekammerten Sinus oder das gekammerte Organ, das durch fünf Scheidewände in fünf Kammern zerfällt und den Endtheil des Axialorgans umgiebt. Auf Querschnitten (s. Taf. IV) liegt es central, während die Nervenmasse des Centralorgans es umhüllt. Die Lagerung des apicalen Centralnervensystems mit seinen Verzweigungen ist in Fig. 1 auf Taf. III sehr instructiv dargestellt. Der Längsschnitt in Fig. 1, Taf. IV, diene zur Vergleichung.

Das Centralnervensystem, wie es als eine dickwandige Kapsel das gekammerte Organ umgiebt, setzt sich zusammen aus Nervenfasern und Ganglienzellen. Die dorsalwärts gelegenen Nervenfasern verlaufen nach Hamann (235) kreisförmig, concentrisch. In Fig. 1, Taf. IV, ist dieser Theil mit *C* bezeichnet. Von ihm aus ziehen die Nervenzüge in die Cirren, welche die Canäle, die aus dem gekammerten Organ austreten, scheidenförmig umgeben. Querschnitte durch das Centralnervensystem zeigen Folgendes. In halber Höhe desselben treten fünf interradiäre Nervenstämme von dem Centralnervensystem aus (Fig. 3), die sich alsbald dichotomisch theilen (Fig. 4), um nach kurzem Verlauf im ersten Radiale zu verschmelzen. Es verschmelzen hierbei die benachbarten convergirenden Aeste zu dem unpaaren Nervenstamm des Armes. Diese fünf Nervenstämme, welche so entstanden sind, werden untereinander durch eine Commissur verbunden, welche die Gestalt eines Pentagons hat (Fig. 2 Taf. III). Der Querschnitt Fig. 5 ist durch den unterhalb der Rosette gelegenen Theil des Centralnervensystems geführt, um zu zeigen, dass das gekammerte Organ allseitig von ihm umhüllt wird. Bei *Antedon rosacea* verlaufen die Nervenstämme der Arme innerhalb der Axialkanäle, durch das zweite Radiale, um im dritten sich dichotomisch zu theilen und in die Arme als Armnerven einzutreten (Fig. 2 Taf. III).

Unmittelbar nach ihrer Gabelung in die zehn Armnerven liegt das merkwürdige Chiasma nervorum brachialium, indem je ein Nervenzug von einem Armnerv zum anderen zieht. Beide kreuzen sich. Da, wo die dem Kelche abgewendeten Ursprungsstellen der beiden sich kreuzenden Nervenzüge sind, tritt eine quer verlaufende Commissur hinzu (Fig. 2 Taf. 3.)

Der feinere Bau des Centralnervensystems.

Mit Recht konnte Jickeli in seiner vorläufigen Mittheilung sagen, dass der histologische Beweis für die nervöse Natur der das gekammerte Organ umhüllenden Fasermassen noch nicht erbracht sei. Die erste detaillirte Darstellung des Verlaufes der Nervenfasern und Ganglienzellen, die dieses Organ zusammensetzen, gab Hamann (235), dessen Darstellung unter Zugrundelegung seiner Abbildungen im Folgenden wiedergegeben ist.

Die Fasermasse des Centralnervensystems ist von der Bindesubstanz mit ihren Fasern und Zellen sofort zu unterscheiden. Während letztere sich durch ihren gröberen Bau, durch die meist netzförmige Anordnung

der Fasern auszeichnet, sind die Fasern des Centralorgans kaum messbar, eng aneinander liegend. Sie verlaufen nicht wirr durcheinander, sondern parallel zueinander, gruppenweise. Mit verschiedenen Färbungsmitteln behandelt, färben sie sich deutlich; zwischen ihnen treten Zellen, die Ganglienzellen, auf. Die Nervenfibrillen sind stark lichtbrechend; sie sind ungefähr 0,001 mm stark. Die Ganglienzellen lassen sich durch ihren Habitus sofort erkennen. In Fig. 7, Taf. IV, sind solche aus einem Macerationspräparat dargestellt. Es lassen sich kleine, 0,003 mm grosse, bipolare Zellen, die regellos zerstreut zwischen den Fibrillen zu liegen scheinen, von grösseren Zellen, die meist multipolar sind, unterscheiden. Die grösseren Zellen sind bald spindlig, bipolar, bald unregelmässig geformt. Ihre Grösse schwankt zwischen 0,007—0,02 mm. Der bläschenförmige Kern ist oval und zeigt ein Kernkörperchen. Die Zellsubstanz färbt sich intensiv.

Der Faserverlauf im Centralorgan ist auf der dorsalen Fläche sehr unregelmässig, da es durch die grosse Zahl von Cirrengefässen durchsetzt wird. Da jedes der Gefässe von einem Mantel von Nervenfibrillen umhüllt und begleitet wird und diese Fibrillen nicht nur aus der peripheren Schicht, sondern auch aus der mehr central gelagerten hervorgehen, so ist der Verlauf hier nur im Allgemeinen als concentrisch zu bezeichnen. An den Seiten des gekammerten Organs, wo die fünf Nervenstämme austreten, kann man eine centrale, unmittelbar dem gekammerten Organ anliegende Nervenfibrillenschicht, die aus concentrisch verlaufenden Fasern besteht, unterscheiden von der peripheren Schicht, deren Fibrillen die fünf Nervenstämme bilden. Die grossen Ganglienzellen sind besonders zahlreich in der Dorsalseite des Organs zu treffen; hier bilden sie eine oberflächliche Schicht.

Die fünf aus dem Centralorgan austretenden Nervenstämme sind in ihrem Ursprung wie weiterem Verlaufe solide Gebilde, welche keine Höhlung im Centrum aufweisen und keinen Canal aus dem gekammerten Organ enthalten. Das ist die Ansicht W. B. und P. H. Carpenter's, Ludwig's und Hamann's. Die gegentheiligen Beobachtungen Vogt's und Yung's in ihrem Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie und Perrier's erklären sich aus dem schlecht conservirten Material, das sie benutzten, wie besonders die Figuren der erstgenannten Forscher zeigen. Die Armnervenstämme sind an keiner Stelle hohle Röhren, weder bei *Antedon* noch bei *Actinometra*.

Die fünf radialen Armnerven, welche im ersten Radiale durch die Vereinigung der Gabelungen der fünf interradialen Hauptnervenstämme entstanden sind, sind auf dem Querschnitt während des Verlaufs im ersten und zweiten Radiale annähernd kreisrund. Peripher wird der aus längsverlaufenden Nervenfibrillen bestehende Nerv von grossen, meist multipolaren Ganglienzellen überkleidet. Kleine Ganglienzellen sind centralwärts regelmässig zerstreut. Kurz nach dem Eintritt in das dritte Radiale theilt sich der Armnerv gabelförmig. Hier findet der Austausch von

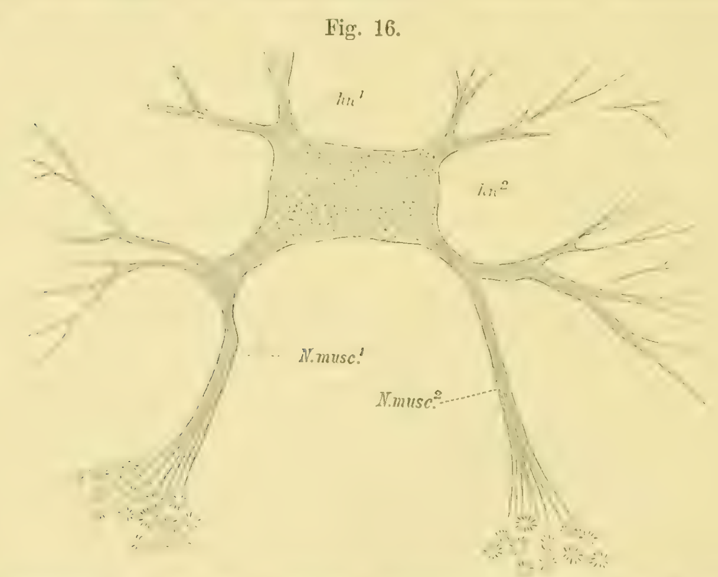
Nervenfasern im Chiasma nervorum brachialium statt (Fig. 2, Taf. III), und hier liegt die bogenförmige Commissur.

Beide sind seit langer Zeit bekannt und später von Ludwig u. a. geschildert worden. Die sich kreuzenden Bündel laufen übereinander hinweg, ohne dass sich die Fasern vermischten. Jedes Bündel ist etwa 0,02 mm (bei *Antedon rosacea*) stark (eine Figur des Chiasma bei starker Vergrösserung findet sich bei Hamann (235) auf Tafel IX).

Der Verlauf der Armnerven. Die Armnerven verlaufen im dorsalen Theile des Armes, in der Axe der Brachialia, in dem Axenkanal (Nervenkanal), wie der Holzschnitt Fig. 11, Seite 1464, u. Fig. 6, Taf. II zeigt. Die Armnerven enden in den letzten Gliedern sich allmählich verjüngend. Während ihres Verlaufes geben sie seitlich Aeste ab, welche theils zu den Muskeln und der Epidermis, theils zu den Pinnulae ziehen. Ihr Entdecker ist W. B. Carpenter, der zuerst sah, wie paarige Aeste zwischen je zwei Kalkgliedern austreten.

Genauere Angaben verdanken wir erst P. H. Carpenter. Er fand bei *Actinometra armata* und *nigra*, dass die Armnerven im Centrum eines Kalkgliedes — sowohl in den Armen wie in den Pinnulis — anschwellen und an dieser Stelle vier Zweige austreten. Da ich nur die Beobachtungen

Fig. 16.



Durchquerter Armnerv von *Antedon Eschrichtii*. *N. musc*¹ und *N. musc*² Nervenzüge zu den Interbrachialmuskeln; *hn*¹, *h*² Nervenzüge zur Haut.

Carpenter's bestätigen kann, so verweise ich auf das Querschnittsbild durch einen Armnerven. An vier Stellen, welche sich gegenüber liegen, gehen Nervenzüge ab, welche sich aus feinsten Fibrillen, welche oft weit aus dem Inneren der Nervenfibrillenmasse des Armnerven ausgehen, zusammensetzen. Multipolare Ganglienzellen, wie ich oben beschrieben habe, lagern zwischen den Fasern, wenn auch nicht in allzu grosser Anzahl.

Diese vier Nervenzüge sind nach Färbung mit neutraler ammoniakalischer Carminlösung sehr schön wahrzunehmen, da sie sich deutlich von der sie umhüllenden Bindesubstanz absetzen. Was den feineren Bau des dorsalen Armnerven selbst noch anlangt, so sei betont, dass dorsalwärts die grossen, mit Körnchen versehenen Wanderzellen angehäuft liegen, welche eine periphere Decke des Nerven bilden. Oft erhält man Bilder, auf welchen es aussieht, als ob der Nervenstamm durch eine Scheidewand getrennt sei in zwei Hälften. Diese Bildungen sind auf die Lagerungen von Ganglienzellen zurückzuführen. Die Deutung, welche Vogt und Yung ihnen gaben, indem sie paarige Gefässe im Centrum annehmen, wurde bereits berührt und zurückgewiesen.

Die vier Nervenzüge theilen sich unmittelbar nach ihrem Ursprunge in der in der Fig. 16 angegebenen Weise. Die zwei ventralen lassen sich in ihrem Verlaufe in die Interbrachialmusculatur verfolgen; einzelne Aeste ziehen zur Epidermis. Die dorsalen Nervenäste verzweigen sich dendritisch und lassen sich ebenfalls bis zur Epidermis verfolgen. Weiter zweigen sich starke Nervenäste zu den Pinnulae ab, um in derselben Weise im Centrum der Kalkstücke zu verlaufen. An den Nerven der Pinnulae lassen sich mit gleicher Regelmässigkeit austretende seitliche Verzweigungen erkennen.

Da der Austritt der Seitennerven der Armnerven in regelmässigen Intervallen, entsprechend den Kalkgliedern, erfolgt, und da die Armnerven innerhalb der Armglieder verdickt sind, kann man von einer Metamerie sprechen.

Die Cirrennerven. Wie weiter unten näher beschrieben werden soll, treten aus dem sogenannten gekammerten Organ Gefässe oder Canäle aus, welche in die Cirren eintreten und diese bis zur Spitze durchlaufen. Jeder dieser Canäle wird nach seinem Durchtritt durch das Centralorgan des Nervensystems von einer Schicht Nervenfasern umhüllt, die einen allseitig gleichstarken Mantel bilden, der einen grösseren Durchmesser hat als der centrale Canal. Ganglienzellen liegen theils peripher, theils zwischen den Fasern. Erstere scheinen in bestimmten Gruppen angeordnet zu sein. An Querschnitten durch die Cirrhen erkennt man, dass in derselben Weise, wie es bei den Armnerven der Fall ist, an vier diametral gegenüber liegenden Ecken Nervenzüge austreten, die theils die Musculatur der Cirren, theils die Epidermis innerviren. Die Cirrengefässe sind seit langer Zeit bekannt und von Ludwig (313) und Teuscher (466) genau geschildert worden.

C. Das ventrale mesodermale Nervensystem und der mesodermale pentagonale Schlundring.

Einen Schlund-Nervenring als drittes Nervencentrum beschrieb zuerst Jickeli (264) bei *Antedon rosacea*. Er fand ihn im Bindegewebe gelagert als einen die Mundöffnung in Form eines Fünfeckes umgrenzenden Strang, der in der Höhe des Wassergefässringes liegt. „In den Ecken dieses Fünfeckes stehen die Stränge der anstossenden Seiten miteinander durch Abzweigungen in Verbindung, welche sich unterhalb des Wasser-

gefässes begegnen, laufen aber dann längs des Wassergefässsystems (auf jeder Seite je ein Strang) fort. Jeder dieser Stränge giebt in regelmässigen Abständen Seitenzweige ab, welche das Wassergefässsystem und die Papillen der Tentakel innerviren. Von diesem dritten Nervensystem gehen auch starke Zweige in die ventrale Körperhaut, und lösen sich dort in feine nervöse Geflechte auf." Soweit die Darstellung Jickeli's in seiner Mittheilung. Das Vorkommen dieses sogenannten dritten Nervensystems wurde von Vogt und Yung bestritten, von Hamann und Perrier aber bestätigt. Besonders Hamann führte die Beobachtungen Jickeli's weiter und gab Abbildungen dieses Nervensystems. Der folgenden Darstellung sind seine Beobachtungen zu Grunde gelegt.

1) Der mesodermale pentagonale Schlund-Nervenring ist in der Höhe des Wassergefässringes nach aussen von letzterem gelegen. Er setzt sich aus concentrisch verlaufenden Nervenfibrillen zusammen. Auf einem Vertikalschnitt durch die Mundöffnung von *Antedon rosacea* (Fig. 1 Taf. V) ist er quer durchschnitten mit *NR* bezeichnet. Mit *T* ist ein der Länge nach durchschnittener Mundtentakel gekennzeichnet, der sich über die Mundöffnung *O* neigt. Um sich über seine Gestalt, seine Lage und die austretenden Nervenzüge zu orientiren, muss man Horizontalschnitte durch die Mundscheibe anfertigen, die in der Höhe des Wassergefäss-Ringcanals geführt sind. Einen solchen Horizontalschnitt giebt Fig. 2 auf Taf. V wieder. In dieser Figur sind beide Gebilde durch den Schnitt getroffen. Der Nervenring ist mit *NR* bezeichnet und vollständig eingezeichnet worden, indem die Bilder von mehreren aufeinander folgenden Schnitten combinirt wurden.

Auf dem Querschnitt zeigt der Nervenring eine ovale Gestalt. Peripher, sowie zwischen seinen durchquerten Fibrillen liegen bi- und multipolare grosse Ganglienzellen von derselben Form und demselben Bau wie die Zellen im Centralnervensystem. Der Höhendurchmesser des Nervenringes beträgt ungefähr 0,03 mm.

2) Vom Nervenring treten eine grosse Anzahl von Nervenzügen aus. Oralwärts treten Nerven in die Tentakel (Fig. 1 Taf. V) ein, in denen sie sich, seitliche Aeste abgebend, bis zur Spitze verfolgen lassen. Weiter treten je zwei Nervenzüge aus, die rechts und links neben den fünf vom Wassergefässring austretenden radiären Wassergefässen verlaufen (*a* in Fig. 2 Taf. V). Ausser diesen Nerven sind zwei Nervenzüge zu erwähnen, welche zwischen je zwei Wassergefässen, interradial verlaufen, in Fig. 2 mit *b* bezeichnet. Diese Nerven verzweigen sich in der Haut und geben nach allen Seiten Zweige ab. Ein solcher Nervenzug ist in Fig. 1 Taf. V abgebildet *n*. Von letzterem lassen sich Aeste verfolgen, wie sie in die Mesenterien und Bänder, die die Leibeshöhle durchziehen, eintreten und sich in der Bindesubstanz derselben in den verschiedensten Theilen der Leibeshöhle, so in der Nähe des Axialorgans erkennen lassen.

Verfolgen wir einen der zwischen zwei Wassergefässen verlaufenden Nervenäste weiter, so sieht man, wie derselbe sich bald theilt und nach

den verschiedensten Seiten in der Bindesubstanz sich verzweigt. Diese Verzweigungen treten von der Ventralfläche auf die Arme über, da, wo diese bereits mit der Scheibe verschmelzen. Ein Vertikalschnitt durch die Seitenfläche eines Armes im dritten Brachiale giebt Fig. 4 auf Taf. V bei schwacher Vergrösserung wieder. Es sind zwei Wimperröhren der Länge nach getroffen. Ihre centralen Mündungen öffnen sich in Theile der Leibeshöhle. Rechtwinkelig nun zu diesen Röhren verläuft in der Bindesubstanz ein Nervenast, welcher hier und da feinere Aeste abgiebt. Von diesem Nervenast, welcher mit dem Schlundnervenring in Verbindung steht, treten Nervenfibrillenbündel zu dem Epithel der Wimperröhren, welche sich deutlich erkennen lassen.

Ein deutliches Neurilemm habe ich mit Sicherheit an keinem dieser Fibrillenbündel nachweisen können. Man könnte aber die rings um den Armnervenstamm gelegene Bindesubstanzlage, in welcher theilweise Wanderzellen in grosser Menge liegen, als solches auffassen, da diese unverkalkt bleibt. Die zu der Haut ziehenden Nervenzüge scheinen aber niemals eine Hülle zu besitzen, wenigstens habe ich mich nicht davon überzeugen können, dass die nach langer 10 und mehrtägiger Entkalkung streckenweise zur Ansicht kommende helle Membran um die stärkeren Nervenzüge nicht ein Kunstproduct sei.

Die Verzweigungen des ventralen mesodermalen Nervensystems in den Armen und in den Pinnulä.

Wie wir bereits sahen, traten aus dem pentagonalen Schlundring Nervenzüge aus, welche die Wassergefässe seitlich begleiten. Diese fünf Nervenpaare gabeln sich und treten in die zehn Arme in der Weise ein, dass je ein Paar in der Höhe des radiären Wassergefässes, seitlich von demselben, verläuft. Ein Querschnitt durch einen Arm (Fig. 3 Taf. V) zeigt die Lage der beiden Nervenzüge NL^1 und NL^2.

Von jedem der beiden Nerven gehen eine grössere Zahl von feineren Aesten ab. Erstens sind Nervenäste zu erkennen, die die Muskulatur des Wassergefässes und seiner Verzweigungen versorgen und sich bis in die Tentakel verfolgen lassen, und zweitens ein Ast, der in der Bindesubstanz des Tentakels bis zu seinem Ende zieht. Dieser Nerv lässt sich in seinem Verlaufe besonders schön bei *Antedon Eschrichti* verfolgen. Das Tentakelepithel ist auf der inneren der Nahrungsfurche zugewandten Seite des Tentakels stark verdickt, und wird innervirt von Nervenfasern *nf*, die vom ektoneuralen Nervenstamm *N* sich abzweigen. Zu dem an der Spitze des Tentakels liegenden verdickten Epithel hingegen zieht der erwähnte vom Längsnerven austretende Nerv. — Im Bau stimmen diese Nervenzüge überein. Es sind aus längsverlaufenden Nervenfasern bestehende Bündel, denen Ganglienzellen peripher auflagern.

Es lässt sich nun genau feststellen, dass von den in die Tentakel eintretenden Nervenzügen die Sinnespapillen innervirt werden, und dass

die von dem epithelalen Nervenplexus sich abzweigenden Nervenfibrillen von nur nebensächlicher Bedeutung sind.

In gleicher Weise treten zu den Sinnespapillen auf den Pinnulä Nervenzüge, welche zu dem gleichen ventralen Nervensystem gehören. Man trifft in den Pinnulä auf der ventralen Seite je einen Nervenzug rechts und links vom Wassergefäss, welche Nerven sowohl dorsal- wie ventralwärts abgeben.

Es fragt sich nun: besteht ein Zusammenhang zwischen dem aboralen Nervensystem und dem als ventrales (orales) ihm gegenüber gestellten mesodermalen Nervensystem? Diese Frage ist zu bejahen.

Beide Nervensysteme besitzen ihr eigenes Centralorgan, das erstere in der das sog. gekammerte Organ umhüllenden Nervenmasse, das orale in dem pentagonalen Schlundring, ihre peripheren Verzweigungen stehen untereinander in Verbindung.

Die dorsalen Nervenstämme der Arme entsenden in regelmässigen Abständen bald auf der einen, bald auf der anderen Seite je einen Nervenzug zu den ventralen seitlich vom radiären Wassergefäss gelegenen beiden Nerven, und zwar alternirend zu dem einen und anderen. Ein Querschnitt durch einen Arm, auf welchem der zu der Pinnula ziehende auf der ventralen Seite vom dorsalen Nervenstamm austretende Nerv in seinem Verlaufe getroffen ist, lässt leicht einen solchen Verbindungsast erkennen. Sehen wir auf der einen Seite zur Pinnula den Nerv ziehen (Fig. 6 Taf. II), so ist auf der anderen der mit *NV* bezeichnete Nerv dargestellt, wie er aus dem dorsalen Nervenstamm entsprungen in gerader Linie die Bindesubstanz durchsetzt, bis an das Körperepithel herantritt, hier weiter verläuft, um sich mit dem in der Figur durchquerten einen Längsnerven in Verbindung zu setzen.

Im Einzelnen zeigt der Bau der Theile des aboralen und oralen mesodermalen Nervensystems viele Abweichungen. So schildert Hamann (235) den Bau der dorsalen Armnervenstämme von *Antedon Eschrichti* folgendermassen. Er fand, dass auf der ventralen Seite jedes Armnervenstammes in regelmässigen Abständen Ganglien liegen, die sich aus unipolaren Ganglienzellen zusammensetzten. Diese Ganglien liegen im Bereich der je zwei Armglieder verbindenden Muskeln. Trotz des wochenlangen Entkalkens der Armglieder liessen die Nerven auf Querschnitten einen complicirten Bau erkennen, indem besondere Commissurensysteme auftreten.

D. Die Nervenendigungen und Sinnesorgane.

a. Die Endfühler der Crinoideen.

Bei Holothurien, Seesternen, Schlangensternen und Seeigeln sahen wir, dass die fünf radiären Wassergefässe in frei hervorragenden Fühlern, Terminalfühler, endigten, die mit einem gut entwickelten Sinnesepithel ausgestattet waren. Bei den Crinoiden können wir diese Terminalfühler

nur in einem gewissen Jugendstadium erkennen. Bei den erwachsenen Formen fehlen sie, und die Wassergefässe enden blind eine Strecke vor dem Ende der Arme und Pinnulae.

An der jungen Larve von *Antedon* legen sich fünf primäre Tentakel als fünf Ausstülpungen des Wassergefässringes an, bevor die Arme entstanden sind. Jeder derselben spaltet sich in drei, so dass fünfzehn Tentakel vorhanden sind. Das nächste Stadium zeigt 25 Mundtentakel, die in fünf radiären Gruppen angeordnet sind, da zu jeder Gruppe zwei neue entstanden sind. Jetzt bilden sich die Arme in Gestalt von fünf Vorsprüngen, die sich an ihrer Spitze in zwei Aeste gabeln. Es verbindet sich nun jeder mediane Tentakel jeder Gruppe, der sich vorher ebenfalls gespalten hat, mit der Armanlage, und wächst, von ihr umgeben, mit ihr in die Länge, indem er zum radiären Ambulacralcanal oder Wassergefäss wird.

Die Tentakel der Arme sprossen seitlich aus ihm hervor, er selbst aber bleibt an der Spitze des Armes liegen und ist der Terminalfühler, der später sich rückbildet und verschwindet, so dass an erwachsenen Crinoideen keine Spur von ihm zu entdecken ist, da der Ambulacralcanal, wie schon erwähnt, eine Strecke vor dem Ende der Arme blind endet, wie Perrier (404) gezeigt hat. Die Bedeutung des Terminalfühlers als Sinnesorgan der Larve ist jedenfalls nicht gross.

b. Die Sinnespapillen der Tentakel.

Joh. Müller (368) schildert die Tentakel bei *Pentacrinus* als hohl, am Ende geschlossen, abgerundet; ihre ganze Oberfläche ist noch mit kleineren, cylindrischen, am Ende wenig angeschwollenen Fühlerchen besetzt. Thomson (473) beschrieb in diesen Gebilden, die er tubular processes nannte, eine Höhlung, die mit der Höhlung der Tentakel in Verbindung stehen sollte. Weiter besprach er ihre Anordnung in drei oder vier unregelmässigen Längsreihen auf jedem Tentakel. Sie sind beweglich, ausstreckbar, und ihre Wandung sollte structurlos sein. An der Spitze tragen sie ein dreilappiges Köpfchen. Perrier (404) hat zuerst ihren Bau genauer untersucht. Er fand, dass jedes der drei Läppchen des Endes ein starres, glänzendes und äusserst feines Haar trägt. Einen Hohlraum im Innern der Papille fand er nicht, im Gegensatz zu Thomson. Ludwig (313) hingegen wollte sich vom Vorhandensein eines solchen überzeugt haben; er hielt die Papillen für hohle Röhrchen, die aber nicht mit den Hohlräumen der Tentakeln in Verbindung stehen. Aehnlicher Ansicht war auch Götte (210), der die Papillen auf den Tentakeln der Larven beobachtete.

Nach den Untersuchungen Jickeli's (264), die von Hamann (235) bestätigt wurden, ist der Bau einer Papille folgender: Jede Papille zerfällt in einen basalen Theil und einen freien, weit über die Peripherie

des Tentakels hervorragenden Abschnitt, der im ausgestreckten Zustande eine cylindrische Gestalt besitzt, während die Papille contrahirt mehr warzenförmig erscheint. Wie Jickeli gezeigt hat, wird jede Papille von einer Anzahl Zellen gebildet; er giebt drei bis vier an, deren Kerne an der Basis derselben liegen, während ihr Zellleib, der glasig hell erscheint, den cylindrischen freien Abschnitt bildet. Jede Zelle verlängert sich in Gestalt eines feinen Sinneshaares über die Kuppe der Papille nach aussen. Diese Sinneshaare oder Borsten sind starr, unbeweglich. Zwischen ihnen steht eine langsam schwingende Geissel (Jickeli), die sich in eine starke Faser fortsetzt, die im Centrum der Papille verläuft. Diese stark lichtbrechende, glänzende Faser hat Perrier zuerst gesehen. Cuénot (168a) glaubt diese Faser, an der er einen Kern gefunden hat, als Muskelfaser deuten zu dürfen, die die Papille zurückzieht und sich in die längsverlaufenden Muskelfasern des Tentakels fortsetzen soll.

An der Basis der Papillen fand Hamann (235) auf Schnittpräparaten Nervenfasern (Fig. 5, Taf. V).

Die Deutung dieser Organe als Sinnesorgane ist allgemein angenommen. Sowohl Perrier, Jickeli, Hamann deuten sie als solche. Ebenso deutet sie Möbius (Jahresber. d. Commiss. zur wiss. Untersuch. d. deutsch. Meere in Kiel. 4. Echinodermata 1874) bei *Antedon Sarsi* als solche. Sie dürften als Tastorgane und vielleicht auch als Riechorgane angesehen werden (Cuénot 168a).

c. Nervenendigungen in der Haut.

Verfolgt man die einzelnen Nervenzüge, die vom dorsalen Nervensystem stammen, in ihrem Verlaufe innerhalb der zumeist verkalkten Bindesubstanz, so sieht man, wie sie sich durch immer neue Verzweigungen mehr und mehr verjüngen und an das Epithel herantreten. An diesen Stellen lässt sich im Epithel eine Verdickung erkennen, indem die Zellen eine cylindrische Gestalt angenommen haben, während sie sonst abgeplattet sind. Die Zellen verschmälern sich basal und setzen sich in feinste Fasern fort, die mit den Nervenfasern in Verbindung stehen. Da die Gewebe der Crinoideen ein oft wochenlanges Entkalken in Chromsäure durchmachen müssen, ehe sie zu Schnitten zu verwenden sind, so wird man nicht auf zu feine Details hoffen dürfen. Am besten sind diese Nervenendigungen bei *Antedon Eschrichtii* zu erkennen, wo sie auf der Rückenfläche, den Seiten der Arme und Pinnulae angetroffen wurden (Hamann 235).

Das Wassergefässsystem.

Durch die Untersuchungen, vorzüglich Ludwig's (315), sind die einzelnen Theile des Wassergefässsystems erst genau erkannt worden.

Das Wassergefässsystem setzt sich zusammen aus einem Ringcanal, der die Mundöffnung umzieht, und fünf Hauptstämmen, die radial ver-

laufen, um sich an der Basis der Arme dichotomisch zu theilen und als Vasa brachialia oder brachiale Wassergefässe in den Armen bis zur Spitze zu verlaufen. Von diesen gehen Aeste in die Pinnulae ab. Am Ringcanal (Wassergefässring) hängen eine grössere Anzahl von Röhren oder Schläuchen, über deren Bedeutung weiter unten das Nähere gesagt werden wird.

1. Der Ringcanal in der Scheibe und seine Anhangsschläuche (Steincanäle).

Ueber die Lage des Wassergefässsystems orientirt am besten die Fig. 1 auf Taf. III, sowie Fig. 1, Taf. V, welche die linke Hälfte eines Längsschnittes durch die Scheibe wiedergiebt.

Der Ringcanal verläuft unterhalb der Ringfurche, welche den Mund umkreist, und welche aus den radiären Tentakelrinnen entstanden ist, die rings um die Mundöffnung zu ihrer Bildung verschmolzen sind. Ueberragt wird diese Ringfurche von den Mundtentakeln *T* (Fig. 1, Taf. V).

Die Ringfurche wird begrenzt von einem hohen Epithel, das sich fortsetzt in das Darmepithel des Schlundes. Der Ringcanal liegt von diesem Epithel nur durch eine dünne Schicht der Bindesubstanz getrennt. Er ist auf dem Querschnitt nicht rund, sondern in dorsoventraler Richtung abgeplattet (*Antedon,* Ludwig). An seinem inneren Rande, der nach dem Lumen der Mundöffnung schaut, „giebt der Ringcanal nebeneinander sich erhebende Aeste ab, von welchen ein jeder zum Hohlraum eines Mundtentakels wird. Diese unterscheiden sich von den Tentakeln der Arme und Pinnulae durch den Mangel der Papillen“ (Ludwig). Weiter constatirt Ludwig im Ringcanal wie in den Mundtentakeln ausschliesslich Längsmuskelfasern. Das Lumen des Ringcanales fand er durchzogen von Muskelfäden, die von der dorsalen zur ventralen Wand hinüberziehen.

Die pentagonale Gestaltung des Ringcanales lässt ein Horizontalschnitt durch die Scheibe (Fig. 2, Taf. V) gut erkennen, ebenso den Austritt der fünf radiären Wassergefässe WG^1—WG^5.

Vom äusseren peripherischen Rand des Ringcanals hängen in grosser Anzahl Canäle oder Schläuche in die Leibeshöhle, wie sie in Fig. 1 u. 2, Taf. V zu sehen sind. Sie sind nach Ludwig innen ausgekleidet mit einem hohen Cylinderepithel, an dem keine Wimpern wahrgenommen werden konnten. Aeusserlich werden sie von einem ganz niedrigen Zellenüberzug umhüllt. Sie sind bei *Antedon rosacea* 0,02 mm dick und 0,2 mm lang und besitzen einen runden Querschnitt. Nach Hamann besitzt ihre Wandung ein inneres Wimperepithel, eine dünne Bindesubstanzschicht und ein Aussenepithel, das an der Mündung an das Wimperepithel stösst (Fig. 7, Taf. V). Letztere ist nach aussen etwas trichterförmig hervorgewölbt und gebogen. Solcher Schläuche stehen in einem Interradius nach Ludwig über dreissig.

Ihre Function ist die, eine Verbindung zwischen Wassergefässsystem und Leibeshöhle herzustellen, so dass die Flüssigkeiten beider Hohlräume ineinander übergehen. Nach Perrier und Vogt und Yung sollen die Schläuche in das Blutgefässsystem münden, was von Hamann bestritten wird, der die Angaben Ludwig's vollständig bestätigt. Da das Wassergefässsystem an keiner Stelle mit der Aussenwelt in Verbindung steht, sind die Schläuche (Steincanäle) als alleinige Zuleitungsröhren für das Wassergefässsystem anzusehen.

Durch Greeff waren diese Schläuche ebenfalls beobachtet worden; auch sah er die innere Wimperung. Den früheren Forschern, wie W. B. Carpenter, waren diese Organe nicht entgangen; ihren Zusammenhang mit dem Ringcanal erkannt zu haben, ist das Verdienst Ludwig's. Die Zahl dieser Steincanäle ist wechselnd. Bei *Antedon rosacea* mögen es gegen 150 sein, bei *Rhizocrinus lofotensis* (Ludwig), *Actinocrinus verneuilianus* (fossil) kommt in jedem Interradius nur ein Steincanal vor, wie es bei den jungen *Antedon* der Fall ist (Perrier). In diesen Fällen correspondiren die Oeffnungen der Kelchporen mit den Oeffnungen der Steincanäle in die Leibeshöhle (P. H. Carpenter).

Am Uebergang der Mundtentakel in den Ringcanal findet sich bei den Crinoideen (*Antedon*, *Pentacrinus* u. a.) ein Verschlussapparat vor, wie Fig. 1, Taf. V zeigt. Die Oeffnung, welche aus dem Hohlraum des Mundtentakels in den Ringcanal führt, ist durch ein hervorspringendes Septum sehr verengt. Muskelfasern, die von diesem zur Wandung ziehen, können einen vollständigen Verschluss herbeiführen, worauf zuerst Cuénot hingewiesen hat (168a, p. 544).

2. Die Wassergefässe.

Querschnitte durch einen Arm lassen die Lage des Wassergefässes (WG in Fig. 6, Taf. II) in der Mitte der Tentakelrinne oder Nahrungsfurche deutlich hervortreten. Unterhalb der verdickten Epidermis liegt eine dünne Bindesubstanzschicht, in der ein durchquerter Hohlraum von geringem Durchmesser liegt. Unterhalb desselben liegt das ebenfalls quer durchschnittene Wassergefäss. Es liegt oft so dicht dem erwähnten Hohlraum an, dass die beide trennende Schicht den Charakter einer Membran von fester Consistenz zeigt.

Das Armwassergefäss giebt an jede Pinnula einen Ast ab, der in dieser bis zur Spitze läuft (Vasa pinnularia). Von den brachialen und pinnularen Wassergefässen gehen alternirend rechts und links Aeste ab, die in querer Richtung von ihnen abtreten und in ziemlich gerader Linie zur Basis je einer Tentakelgruppe hinziehen.

Daselbst angekommen — wir folgen der Darstellung von Ludwig — theilt sich jeder dieser Rami tentaculares in drei kleinere Zweige, welche in die Tentakel eintreten und deren Hohlräume darstellen. Die

Rami tentaculares entspringen alternirend, so dass die Ursprungsstelle eines Astes der einen Seite stets gegenüber liegt dem Zwischenraum zwischen zwei Aesten der anderen Seite. Dadurch, dass an der Ursprungsstelle eines jeden tentaculären Zweiges das Wassergefäss seitlich ein wenig ausbiegt, nimmt dasselbe einen bei den verschiedenen Arten und wohl auch nach dem Beugungsgrade des Arms oder der Pinnula verschieden stark ausgesprochenen zickzackförmigen Verlauf an, wie dies insbesondere Perrier (395) deutlich abgebildet hat.

Der feinere Bau der Wassergefässe. Ludwig fand diese Gefässe von einem niedrigen Epithelium ausgekleidet, das der Wimpern entbehrt, wie auch W. B. Carpenter (155) und Thomson angeben, in Uebereinstimmung mit Perrier (Fig. 12, Taf. II).

Unterhalb des Epithels fand Ludwig eine dasselbe stützende bindegewebige, dünne Membran sowie Muskelfasern. Sowohl in den Wassergefässstämmen der Arme und Pinnulae, als auch in ihren tentaculären Zweigen constatirte er Längsmuskelfasern, niemals Ringmuskelfasern. In den brachialen und pinnularen Gefässen treten Längsmuskelfasern nicht im ganzen Umkreis des Lumens, sondern nur ventralwärts auf, wo sie nach Ludwig ein längsverlaufendes Band bilden, das nicht einmal die Breite des Gefässlumens hat. Dieses ventrale Längsmuskelband der Wassergefässe wurde von Perrier (395) als bandelette musculaire beschrieben (*Antedon rosacea*). Während also in den brachialen und pinnularen Wassergefässen sich die Längsmuskeln nur in der ventralen Wand finden, die dorsale Wand und die seitlichen Wände aber keine Muskelfasern besitzen, ist das Verhalten in den Rami tentaculares und in den Tentakeln selbst anders. Die ersteren besitzen in ihrer oberen und in ihrer unteren Wand Längsmuskelfasern, und in den letzteren endlich ist die ganze Wandung ringsum von Längsmuskelfasern durchzogen (Ludwig).

Von grösstem Interesse sind Muskelfasern, welche das Lumen der einzelnen Abschnitte, Ringcanal wie radiäre Wassergefässe und deren Verzweigungen, quer durchsetzen. Diese Fasern wurden zuerst von Perrier (395) beobachtet, ohne dass er aber ihre Natur erkannt hätte. Teuscher (466) hielt sie für Bindegewebsfasern, während Ludwig (313) und Greeff (220) sie als Muskelfäden ansprachen. Diese quer das Lumen durchsetzenden Fasern sind bald zu mehreren vereinigt, bald ziehen sie einzeln von der einen Seite der Wandung zur gegenüberliegenden. Sie sind stark lichtbrechend und stimmen in dieser Eigenschaft überein mit den Längsmuskelfasern in der Wandung der Wassergefässe.

Nach Hamann (235) sind die Längsmuskelzellen noch mit den cubischen Zellen, die die Wassergefässe auskleiden, in Zusammenhang, also echte Epithelmuskelzellen. Die Länge der queren Muskelfasern beträgt nach Hamann bei *Antedon rosacea* 0,02—0,03 mm. Auch diese Muskelzellen machen einen spindligen Eindruck. In Wahrheit liegt aber

die Muskelzelle seitlich, was aber bei der Kleinheit des Objects wenig hervortritt (Fig. 7, Taf. V). Denselben Bau der Muskelzellen fand ich besonders gut ausgeprägt bei *Antedon Eschrichtii* vor.

Ludwig's Beschreibung der quer aufgespannten Muskelfäden stimmt mit der meinigen vollkommen überein, nur seine Deutung ist eine andere. Er beschreibt, wie an jedem Muskelfaden ein Kern liegt, welcher „von der Seite gesehen über den sonst geradlinigen Contur des Fadens merklich“ hervorspringt, glaubte aber, dass dieser „Kern“ auf einen dünnen Epithelüberzug der Fäden zu beziehen sei. Da ich nun auch die übrigen Muskelzellen der Wandung als epitheliale erkannt habe, so ist eine andere Deutung wohl nicht mehr möglich.

Man findet die queren Muskelfäden oder Muskelzellen in den verschiedensten Zuständen der Contraction. Sie können an einzelnen Stellen so stark contrahirt sein, dass ihre Länge kaum die Hälfte der oben angegebenen Grösse beträgt. Dann ist das Gefäss dementsprechend verengt. Sowohl diese queren, als auch die Muskelzellen in der Wandung sind an ihren Enden zugespitzt, wie Klopfpräparate von entkalktem Material erkennen lassen.

3. Die Tentakel.

Die Tentakel stehen rechts und links von der Tentakelfurche (Nahrungsfurche) der Arme zu je dreien in einer Gruppe vereinigt, wobei der gegen das distale Ende gestellte gewöhnlich der grösste, der proximale der kleinste ist (Perrier, Teuscher). Im Leben sind sie lebhaft beweglich, indem sie sich nach allen Seiten krümmen und winden. Bei einer Reizung contrahiren sie sich und legen sich auf die Furche, diese mit den zwischen ihnen verlaufenden Fransen bedeckend.

Der innere Hohlraum ist eine directe Fortsetzung der Seitenzweige des Wassergefässsystems und wird von demselben Epithel ausgekleidet, das bei *Antedon Eschrichtii* kaum 0,004 mm hoch ist. Nach aussen folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, die Bindesubstanzschicht und die Epidermis von verschiedener Höhe (Ludwig).

Das Epithel an der ventralen (inneren) Seite der Tentakel setzt sich bei vielen Arten zusammen aus langen Epithelzellen cylindrischer Gestalt, so bei *Antedon rosacea*. Bei *Antedon Eschrichtii* ist die Spitze der Tentakel mit einem Polster von Cylinderzellen besetzt, zu denen ein Nervenzug hinzutritt (Epithelsinneszellen; vergl. die Fig. bei Hamann 235, Taf. X).

Im Gegensatz zu den übrigen Gruppen der Echinodermen fehlen den Tentakeln der Crinoideen die Ampullen. — Die Tentakelcanäle fehlen denjenigen Formen, die keine Tentakelfurchen besitzen, so einzelnen Armen von *Actinometra* und einzelnen Arten von *Antedon* an den proximalen Pinnulae der Arme.

Von den Tentakeln der Arme unterscheidet man die Tentakel, welche um die Mundöffnung stehen, als Mundtentakel. Ludwig (313) nennt sie geradezu Anhangsgebilde des Wassergefässringes. Sie sind kleiner als die der Arme und nicht in Gruppen zu dreien angeordnet, so dass in der Nähe des Mundes jeder Wassergefässast, der aus dem Ringcanal austritt, direct in den Tentakel eintritt, sich also nicht in drei Canäle theilt, wie es in den Armen der Fall ist. Bei *Rhizocrinus lofotensis* finden sich in jedem Interradius immer nur vier, wie Sars (441) angab und Ludwig bestätigte, paarweis angeordnete Tentakel. Sie sind mit Sinnespapillen versehen, wie die der Arme.

Die Sinnespapillen der Tentakeln sind bereits oben im Capitel über das Nervensystem besprochen worden.

4. Die Kelchporen oder Porencanäle.

Joh. Müller beschreibt zuerst auf der Ventralseite des Kelches Poren. Diese Löcherchen, sagt er, deren Zahl sehr verschieden ist, kommen nur an der Bauchseite der Scheibe vor. Durch diese capillaren Poren kann nach seiner Ansicht das Wasser bis in die Nähe des im Kelch liegenden Eingeweidesacks eindringen.

Nach den Untersuchungen Ludwig's (313), die der folgenden Darstellung zu Grunde gelegt sind, sind sie bei *Antedon rosacea* folgendermassen vertheilt: Die Haut der Kelchdecke ist in den zwischen den Ambulacralrinnen gelegenen Bezirken, also in den interbrachialen und interpalmaren Feldern, von zahlreichen Oeffnungen durchbohrt, die bei geringer Vergrösserung leicht aufzufinden sind. Sie sind auf die ventrale Seite der Kelchdecke beschränkt, fehlen den dorsalen Peristomabschnitten, die die Radialia miteinander verbinden. In den Interpalmarfeldern sowie in den Interbrachialfeldern sind sie meist ganz unregelmässig vertheilt, in einzelnen Fällen aber findet man sie auf jedem Felde in einem nach der Peripherie der Scheibe hin concaven Bogen dicht zusammengedrängt, und nur wenige von ihnen nehmen ihre Lagerung isolirt ausserhalb jenes Bogens, wie Fig. 1, Taf. VI zeigt (Interbrachialfeld). Die dunklen Streifen der Figur sind die Tentakelfurchen, welche das mit Oeffnungen versehene Feld seitlich und oralwärts begrenzen. Bei *Antedon rosacea* fand Ludwig in einem Interbrachialfelde 80—100, in einem Interpalmarfelde circa 200. Die ganze Kelchdecke besitzt demnach 1500 Kelchporen. Die Zahl der Oeffnungen nimmt mit dem Alter der Thiere zu (Perrier); ganz junge Thiere besitzen nur eine einzige Oeffnung in jedem Sector der Scheibe.

Der Bau der Poren ist nach Ludwig's Untersuchungen folgender: An jede Oeffnung schliesst sich ein kurzer, gleich weiter Canal an, welcher ebenso wie der Rand der Oeffnung von einem Cylinderepithel ausgekleidet ist. Nach kurzem Verlaufe erfährt der Canal eine kugelige Erweiterung, die sich in ihrer Structur dadurch von jenem unterscheidet, dass die

Cylinderzellen des sie auskleidenden Epithels sehr lange Wimperhaare tragen. An dem inneren (der Leibeshöhle zu gelegenen) Ende der kugeligen Erweiterung wird das Epithel allmählich niedriger, verliert die Wimperhaare und geht endlich über in die ganz niedrige, platte Zellenauskleidung eines Canals, der bald mehr, bald weniger geradlinig die Körperwand durchsetzt und in den ausserhalb des Eingeweidesackes liegenden Abschnitt der Leibeshöhle mündet (circumviscerale Leibeshöhle Ludwig's). Selten convergiren die zu zwei benachbarten Oeffnungen gehörenden Canäle und verschmelzen zu einem einzigen Canale.

Die Zellen in der Ampulle sind 0,01 mm hoch und tragen 0,02 mm lange Wimpern, die das 0,06 mm grosse Lumen der Ampulle bei *Antedon rosacea* fast ausfüllen (Hamann). Die Wimpern schlagen nach innen, wie das W. P. Carpenter (157) direct beobachtete.

Im Widerspruch mit den Untersuchungen Ludwig's, die von Greeff, Hamann und P. H. Carpenter bestätigt wurden, stehen die Angaben von Perrier und Vogt und Yung (Lehrb. d. vergl. Anatomie). Perrier (395) liess in seiner ersten Abhandlung die Poren in Blindsäcke münden, während Grimm (225) die Canäle erkannt hatte, über ihre Mündung aber im Unklaren geblieben war. Später behauptete Perrier, dass die Porencanäle mit dem Blutgefässsystem zusammenhängen sollten, ja in dieses hineinmünden sollten, und zwar in Gefässe der Mesenterien, wie Vogt und Yung meinen. Nach Hamann können sich die oberflächlich gelegenen Hohlräume der Leibeshöhle in das Tegument fortsetzen, und diese können bereits Porencanäle aufnehmen. Vielleicht haben solche Bilder zu der falschen Ansicht beider Forscher geführt.

Das Vorkommen von Porencanälen in den Armen ist bereits von Ludwig gesehen worden. In Schnitten, die man durch die Arme dicht an ihrem Uebergange in die Scheibe anfertigt, sagt er, sieht man mitunter rechts und links von der Tentakelfurche des Armes einige wenige Porenöffnungen, deren Canäle in die Fortsetzung der Leibeshöhle in den Arm, und zwar in den Genitalcanal, einmünden. Diese Beobachtung wurde später von Hamann (235) und P. H. Carpenter für *Actinometra parvicirra* bestätigt. Fig. 5, Taf. VI giebt einen Theil eines Verticalschnittes durch einen Arm wieder. Mit *C* sind die Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, mit *Gk* der Genitalcanal mit der Genitalröhre bezeichnet. Sämmtliche Porencanäle zeichnen sich durch ihre schlanke Gestalt aus, sowie durch ihren gestreckten Verlauf. Sie münden in den Genitalcanal oder die um ihn herumliegenden Hohlräume, welche mit letzterem in Communication stehen. Verfolgt man nun den Arm, wie er allmählich in den Kelch übergeht, so lässt sich feststellen, dass diese Hohlräume Fortsetzungen der Leibeshöhle sind, mit deren Hohlräumen sie in offener Communication stehen. Auf Schnitten, welche weiter entfernt von dem Kelch durch den Arm geführt sind, sind diese Hohlräume verschwunden, und nur ein Lumen ist noch zu erkennen, der Genitalcanal (Hamann).

Die Antwort auf die Frage: Wozu dienen die Kelchporen, hat Ludwig dahin beantwortet, dass sie den Zweck haben, Seewasser in die Leibeshöhle einzuführen, wie aus der Richtung der Wimpern hervorgeht. Auch Joh. Müller fasste sie in diesem Sinne auf, wie wir bereits sahen.

Soweit Beobachtungen über die jetzt lebenden Crinoideen vorliegen, kommen allen die Kelchporen zu. Von besonderer Bedeutung werden dieselben, da auch bei fossilen Formen Poren beschrieben worden sind. So haben Wachsmuth und Springer bei den *Actinocrinidae, Batocrinidae*, *Rhodocrinidae* und *Melocrinidae*, die zu der Ordnung der monocyclischen Cameraten gehören, kleine Poren nahe den Armbasen gefunden.

Frank Springer (460) beschrieb und bildete in dem sogenannten ventral sac, das heisst in der zur Ventralkapsel hervorgewölbten Kelchdecke, deutliche Poren ab, die über die ganze Oberfläche dieser Kapsel vertheilt sind. Wachsmuth und Springer hatten dieselben bereits beschrieben als Poren, die das Integument durchsetzen und in das Innere des Sackes sich öffnen. Von Bather war dieser Angabe widersprochen worden. Bather leugnete, dass der Sack durchbohrt sei, und hielt die Poren nur für äussere Grübchen. Springer giebt letzteres zu für *Cyathocrinus*, *Euspirocrinus* und vielleicht für alle *Cyathocrinidae*, nicht aber für die *Poteriocrinidae*, wo es sich um echte Poren handle.

Nach Joh. Müller und Ludwig sind die Poren, welche in den nicht ambulacralen Kalkplatten des Kelches beobachtet worden sind, mit den Kelchporen der Crinoideen identisch. Ein Unterschied besteht nur in der Art der Vertheilung über den Körper. Während sie bei den Crinoideen in den interambulacralen Feldern liegen, sind sie bei den Cystideen auf die antiambulacralen Bezirke des Kelches beschränkt. Da aber in beiden Gruppen die interambulacralen Felder und die antiambulacralen nicht scharf voneinander abgegrenzt sind, sondern vielmehr ineinander übergehen, so kann in der verschiedenartigen Vertheilung der Kelchporen nach Ludwig kein Moment von solchem Werthe erkannt werden, dass sich daraufhin ihre Gleichwerthigkeit bei Crinoideen und Cystideen bestreiten liesse.

Die Leibeshöhle (Cölom).

Als Leibeshöhle bezeichnen wir den Hohlraum innerhalb des Kelches, in dem der Darm und verschiedene andere Organe suspendirt sind. Alle zur Leibeshöhle gehörigen Räume, wie sie in den Armen verlaufen, stammen von dem Enterocölbläschen der Larve ab und zeigen dieselbe Auskleidung von einem Enterocölepithel.

Bei den Crinoideen zerfällt die Leibeshöhle in den im Kelch gelegenen Hauptheil und die Verzweigungen, die sich in die Arme fortsetzen in Gestalt zweier Canäle, die durch eine horizontale Wand, ein Septum, voneinander getrennt werden und sich bis in die Enden der

Pinnulae verfolgen lassen (Dorsal- und Ventralcanal). Endlich gehört zu den Enterocölräumen das sogenannte gekammerte Organ oder der gekammerte Sinus.

1. Die centrale Leibeshöhle des Kelches.

Bei den bisher geschilderten Gruppen der Stachelhäuter trafen wir die Leibeshöhle durchsetzende Stränge oder Bänder an, welche meist zur Befestigung der Organe, welche in ihr liegen, dienten. Diese Bänder setzten sich aus einer bindegewebigen Axe zusammen und waren von dem Enterocölepithel überzogen, wie die gesammte Leibeshöhle und alle in ihr liegenden Organe von diesem ausgekleidet oder umhüllt waren.

Bei den Crinoideen kann nun diese Durchsetzung und Durchwachsung von solchen Strängen in der Leibeshöhle einen derartigen Grad erreichen, dass endlich der Hohlraum derselben verschwunden ist und nur zwischen den Strängen und Bändern ein System von miteinander communicirenden Canälen vorhanden ist, wie für verschiedene Arten besonders P. H. Carpenter in den Challenger-Crinoideen gezeigt hat. So ist bei *Pentacrinus decorus* der ursprünglich einheitliche Hohlraum des Cöloms vollständig geschwunden. Bei *Actinometra pulchella* ist diese Durchwachsung ebenfalls sehr weit vorgeschritten und die Leibeshöhle durch netzförmig angeordnete Stränge und Bänder in eine unzählbare Menge von Räumen zerfallen. Die einzelnen bindegewebigen Stränge können in einzelnen Fällen verkalken.

Nach Ludwig's Beobachtungen bleibt ein centraler Theil der Leibeshöhle, der zwischen der Windung des Darmes aufsteigt, frei von diesen bindegewebigen Strängen. Diesen Theil, der anfänglich ziemlich genau in der Axe der Scheibe gelegen ist (*Antedon*) und erst weiter oben durch den Munddarm etwas zur Seite gedrängt wird, nennt Ludwig die axiale Leibeshöhle. In der Nähe des Peristoms theilt sich die axiale Leibeshöhle in fünf Zweige, welche unter den Tentakelfurchen hinziehen und dort, sowie weiterhin in den Armen und Pinnulae die Ventralcanäle bilden. Die axiale Leibeshöhle ist, soweit sie im Centrum der Darmwindung aufsteigt, seitlich rings geschlossen, und nur an ihrem dorsalen Ende steht sie mit den Maschenräumen der übrigen Leibeshöhle in Zusammenhang. Letztere zerfällt selbst wieder in zwei Abschnitte. Das sie durchziehende Bindegewebe bildet einen mit Ausnahme zweier Stellen vollständig geschlossenen Sack, der die Darmwindung umgiebt und deshalb Eingeweidesack genannt wird. Durch diese sackförmige Membran wird die Leibeshöhle in einen nach innen und einen nach aussen von jener gelegenen Abschnitt zerlegt. Ersterer umgiebt unmittelbar die Darmwindung, ist um und zwischen dieselbe gelagert und wird deshalb interviscerale Leibeshöhle genannt im Gegensatz zu dem zweiten von ihr durch den Eingeweidesack getrennten Theil, der als circumviscerale Leibeshöhle bezeichnet wird. Nicht geschlossen ist der Eingeweidesack

an zwei Stellen. Erstens geschieht dies in der nächsten Umgebung des Mundeinganges: dort stehen circumviscerale und interviscerale Leibeshöhle in Verbindung. Zweitens ist der Eingeweidesack in dem Boden des Kelches geöffnet, indem hier der axiale Abschnitt der Leibeshöhle mit den beiden anderen Abschnitten in offenem Zusammenhange steht und alle drei übergehen in die gleichfalls zur Leibeshöhle gehörenden Maschenräume, die zwischen den ersten Radialien gelegen sind und sich mit fünf radiären und fünf interradiären blind geschlossenen Fortsetzungen in die Kalkstücke des Kelches verlängern. In die dorsalen Maschenräume münden die Dorsalcanäle der Arme. Die obere Decke der Dorsalcanäle besitzt in der Scheibe in ähnlicher Weise wie in den Armen häufig Durchbrechungen, vermittelst deren die Dorsalcanäle mit der zunächst darüber gelegenen circumvisceralen Leibeshöhle in Verbindung stehen.

Inter- wie circumviscerale Leibeshöhle sind von zahlreichen, sich häufig kreuzenden und miteinander verbindenden Bindegewebssträngen erfüllt. Besonders reich an Kalkkörpern ist der Eingeweidesack. Diejenigen Bindegewebsstränge, die den zwischen den ersten Radialien gelegenen Theil der Leibeshöhle erfüllen, sind zum Theil vollständig zu einem Kalknetze umgewandelt.

Das ist die Darstellung, welche Ludwig (313) von dem Bau der Leibeshöhle gegeben hat. In ähnlicher Weise schildert ihn Greeff, während Vogt und Yung und Hamann sich von der strengen Trennung der einzelnen Abschnitte nicht überzeugen wollten. Vogt und Yung sprechen von einer Hülle, welche das Mesenterium in seiner Gesammtheit bilde, das aber nicht einen zusammenhängenden Sack darstelle; immerhin unterscheiden auch sie eine Axenhöhle, um die sich der Darm rollt, und eine peripherische Peritonealhöhle, deren Inhalt die inneren Körperwände bespült. Sie sehen aber zwischen beiden überall Verbindungen zwischen den Lücken und Maschen der Stränge. Ebenso leugnen sie den Visceralsack, der kein einem ununterbrochenen Peritoneum ähnlicher Sack sei, sondern nur die Concentrirung eines losen Filzes mit zahlreichen Maschen, dessen Bildungselemente sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen.

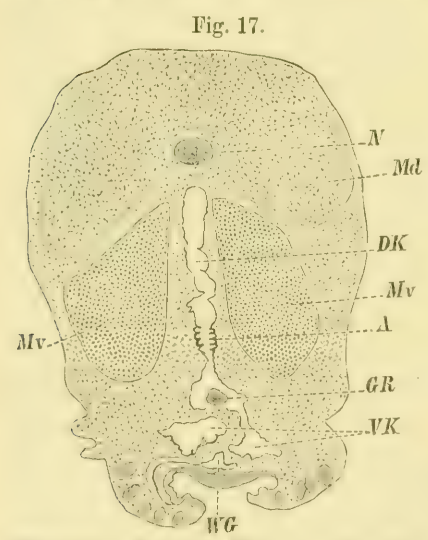
Was den Bau der Bindegewebsstränge und Septen der Leibeshöhle anlangt, so war bereits erwähnt, dass sie von dem Cölomepithel überzogen werden, das heisst von abgeplatteten Zellen, deren Kerne deutlich in der Zelle hervortreten. In der Bindesubstanz sind Plasma-Wanderzellen stellenweise in grosser Zahl vertreten. Sie liegen in der gallertigen Grundsubstanz zwischen den spindligen und sternförmigen Bindesubstanzzellen. Diejenigen Stränge, in denen in Hohlräumen, welche oft die ganze Axe einnehmen, so dass nur eine dünne periphere Wand übrig bleibt, die Blutflüssigkeit circulirt, werden von den Autoren als Blutgefässe schlechthin bezeichnet. Ausser den schon erwähnten Kalkgebilden treten Anhäufungen von Pigment und selten die Sacculi bei *Antedon rosacea* auf.

2. Die Leibeshöhle der Arme.

Ein Querschnitt durch einen Arm lässt die Lage und Gestalt der Verzweigungen der Leibeshöhle in den Armen am besten erkennen (Fig. 6, Taf. II; Fig. 17, p. 1490). In diesen Figuren treten die Fortsetzungen der Leibeshöhle in Gestalt von drei Hohlräumen hervor. Mit *C* ist der dem Rücken des Armes zugewandte Canal, der canalis coeliacus von W. B. Carpenter, canalis dorsalis von Ludwig, mit C^1, C^2 der ventrale, von W. B. Carpenter canalis sebtentacularis, von Ludwig canalis ventralis genannte Canal bezeichnet. In der horizontalen Scheidewand, die beide Canäle trennt, liegt eine dritte Fortsetzung der Leibeshöhle, die als Canal die Arme und Pinnulae durchzieht, der Genitalcanal. Er wird später in dem Capitel über die Geschlechtsorgane näher geschildert werden.

Der Ventralcanal ist vom Cölomepithel ausgekleidet, das nach Ludwig bei *Antedon Eschrichtii* ein niedriges Cylinderepithel von 0,04 mm Höhe ist. Der Ventralcanal wird von Strängen durchzogen, die in der verticalen Mittelebene des Armes verlaufen. Durch sie wird auf Querschnitten der Anschein erweckt, als ob er durch eine mediane Wand in zwei getrennte Theile zerfalle. Wie W. B. Carpenter (155) und Ludwig (313) fanden, handelt es sich um hintereinander aufsteigende, breite Gewebszüge, um Stränge, nicht aber um ein Septum. Diese Bindegewebsstränge sind von demselben Cölomepithel überkleidet, wie es in den sämmtlichen Theilen der Leibeshöhle angetroffen wird.

Fig. 17.



Mv Ventrale Muskeln; *Md* Dorsale Muskeln; *DK* Dorsalcanal; *VK* Ventralcanal; *GR* Genitalröhre; *A* mit Wimpersäckchen versehener Abschnitt des Dorsalcanales; *WG* Wassergefäss; *N* Nervenstamm.

Bei *Actinometra trachygaster* und *A. Bennetti* fehlen sie nach Ludwig, bei *A. armata* nach P. H. Carpenter (94).

Der Dorsalcanal ist stets ohne alle bindegewebigen Stränge. Er ist bei *Antedon rosacea* stellenweise sehr erweitert, indem er im Bereiche der Musculatur zwischen zwei Armgliedern zwischen diese Aussackungen treibt, die oft in kurzer Entfernung vom apicalen, dorsalen Nervenstamm enden. Bei *Antedon Eschrichtii* finden sich dieselben Aussackungen, sind aber noch complicirter gebaut, so dass man einzelne bestimmte Abschnitte unterscheiden kann. So ist nach Hamann (235) der in der obenstehenden Figur mit *A* bezeichnete Abschnitt mit Wimperfurchen versehen, deren Zellen verdickt sind und lange Wimpern tragen.

Dieser Abschnitt ist auf folgenden Schnitten durch Scheidewände von der Verbindung mit dem übrigen Hohlraum des Dorsalcanales streckenweise abgeschnitten. Solche Septen treten überhaupt oft ein, wie sie ebenso oft verschwinden, so dass dann sämmtliche Hohlräume des Armes (mit Ausnahme des Wassergefässes und des kleinen subneuralen Schizocölraumes) miteinander communiciren, wie für *Antedon rosacea* Vogt und Yung und früher schon Ludwig angegeben haben. In unserer Figur communicirt der rechte ventrale mit dem dorsalen Canal, indem beide sich in den Genitalcanal öffnen.

Der mit Wimperfurchen versehene Abschnitt ist weiter von Wichtigkeit, da aus ihm der dorsale Canal der Pinnulae entspringt, welcher die Wimpersäckchen an seiner dorsalen Wand trägt.

Nach Ludwig (313) werden die Hohlräume, die als Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme und Pinnulae eingetreten sind, in den Spitzen derselben immer enger und enger und vereinigen sich miteinander. Sowohl der Ventral-, wie Dorsalcanal vereinigen sich untereinander wie mit dem Genitalcanal.

Zu bemerken ist noch, dass bei *Antedon Eschrichtii* das alle diese Hohlräume auskleidende Epithel einen sehr wechselnden Anblick bietet. Erreicht es in den Wimperfurchen seine grösste Entwickelung, so sind seine Zellen im dorsal gelegenen Abschnitt kleiner, mehr abgeplattet, während in den Verbindungscanälen zwischen den dorsalen und den ventralen Canälen dasselbe aus abgeplatteten — wie es scheint — wimperlosen Zellen sich zusammensetzt.

Die Wimpersäckchen. Ludwig beschreibt unter diesem Namen blinde Ausstülpungen in der dorsalen Wand des Dorsalcanales der Pinnulae, die sich in letzteren öffnen. Sie kommen vor bei *Pentacrinus caput Medusae, Antedon rosacea* und *Actinometra*, wo sie gruppenweise zusammenliegen, so dass auf jedes Glied der Pinnula eine Gruppe kommt. Die Zahl der eine Gruppe bildenden Wimpersäckchen ist nicht constant. Fig. 6, Taf. VI zeigt eine Gruppe dieser Organe von der Oberfläche. Jede Oeffnung eines Säckchens ist umgeben von einem gewulsteten Rand, der sich nach aussen allmählich abflacht. Nach der Spitze und der Basis der Pinnula hin (in der Figur nach oben und unten) findet die Gruppe der Wimpersäckchen ihre Begrenzung durch die sich dort erhebenden, die Kalkglieder gegeneinander bewegenden Muskelmassen. Auf die seitlichen Wände des Dorsalcanales greifen diese Organe nicht über.

P. H. Carpenter und Hamann fanden sie auch in den Armen von *Antedon Eschrichtii*, wie der Holzschnitt auf voriger Seite zeigt.

Ludwig beschreibt den Bau der Organe folgendermassen: Nach aussen wird jedes Säckchen von einer Tunica propria umgeben. Nach innen ist diese bekleidet von einem hohen Wimperepithel, das die ganze Innenseite mit Ausnahme des Bodens besetzt. Hier finden sich einige wenige, blasige Zellen, die wimperlos sind, und deren Kerne der Zellwand angedrängt liegen. Bei *Antedon Eschrichtii* ist das ganze Organ

0,05 mm breit und 0,05 mm hoch; die Oeffnung misst 0,025—0,03 mm im Durchmesser.

Hamann (235) untersuchte diese Wimperorgane bei *Antedon rosacea, Eschrichtii, Actinometra parvicirra* und *Pentacrinus decorus.* Fig. 7, Taf. VI zeigt einen Schnitt durch ein Organ von *A. Eschrichtii.* Das Epithel besteht aus langen Wimperzellen, im Grunde aber aus abgeplatteten, wimperlosen Zellen. Die Zellen sind von fadenförmiger Gestalt; der Kern liegt bald mehr der Peripherie, bald mehr der Basis der Zelle genähert. Neben Wimpersäckchen kugeliger Gestalt giebt es solche, die weit geöffnet sind. Am schönsten ausgebildet sind diese Wimperorgane nach Hamann bei *Actinometra solaris.* Sie liegen eng aneinander geschmiegt in Reihen, so dass man auf einem Querschnitt durch eine Pinnula acht oder mehr der Länge nach durchquert sieht. Es ist dann von dem ursprünglichen Epithel des Dorsalcanales nichts mehr wahrzunehmen, da Wimpersäckchen neben Wimpersäckchen seine Stelle einnehmen.

Diese Wimperorgane werden in erster Linie eine lebhaftere Bewegung der Leibeshöhlenflüssigkeit zu unterhalten haben, indessen dürfte damit ihre physiologische Bedeutung nicht erschöpft sein, wie Ludwig glaubt. Aehnliche Organe sind im Kreise der Echinodermen bei den Synaptiden beschrieben worden. Vielleicht hat man ein Recht, auch auf die in der Dorsalwand der Arme der Ophiuren verlaufende Wimperrinne hinzuweisen, die ebenfalls von Wimperzellen ausgekleidet wird.

3. Das gekammerte Organ.

In der Basis des Kelches, bei *Antedon rosacea* im Centrodorsale, liegt ein eigenthümlicher Hohlraum, von dem aus Canäle in die Cirren sich abzweigen. Bei den gestielten Crinoideen zweigt sich ein Canal in den Stiel ab, der wiederum Aeste in die Stielcirren abgiebt. Ueber diesen Hohlraum, der den Namen gekammertes Organ (quinquelocular organ W. B. Carpenter) führt, gehen die Angaben der einzelnen Forscher weit auseinander, sowohl was den Bau, als auch was die Deutung anlangt.

W. B. Carpenter (155) erkannte zuerst, dass dieser Hohlraum im Centrodorsale durch Scheidewände in fünf Kammern getheilt würde, wie die späteren Beobachter übereinstimmend schilderten. Seine Lage zeigen Fig. 1, 2, Taf. III und Fig. 1—8, Taf. IV von *Antedon rosacea,* auf welche Art sich die folgende Schilderung bezieht.

Das gekammerte Organ ist ein Hohlraum, im Centrodorsale des Kelches gelegen und von der Rosette, das heisst den metamorphosirten Basalia, ventralwärts begrenzt. Sein Durchmesser beträgt etwa 0,5 mm. Dieser annähernd kugelige Hohlraum wird, wie oben geschildert wurde, allseitig umhüllt von der Nervenmasse, die das Centralorgan des apicalen Nervensystems bildet.

Der Hohlraum zerfällt in einzelne Abtheilungen, die in folgender Weise entstanden sind.

In der Axe des Hohlraumes ist ein Strang aufgehangen, der die Fortsetzung des sogenannten Axialorgans (Dorsalorgan) ist. Dieser Strang — in Fig. 1, Taf. IV mit *st* bezeichnet — wird durch fünf von dem Strang radiär ausstrahlende Bänder befestigt, so dass fünf Kammern oder Abtheilungen entstehen, wie Querschnitte besser erkennen lassen (Fig. 2—5, Taf. IV).

Die fünf Kammern des Hohlraumes setzen sich ventralwärts, durch die Rosette hindurch, in Gestalt von fünf röhrenförmigen Aussackungen, dem Axialorgan eng anliegend, fort, oder richtiger ausgedrückt: das gekammerte Organ tritt durch die Rosette hindurch in Gestalt eines sich immer mehr verjüngenden cylindrischen Fortsatzes, das Axialorgan umgebend; die fünfkammerige Gestalt, wie sie Querschnitte zeigen, kommt durch die fünf Bindesubstanzsepten zustande.

Es fragt sich nun, wie enden diese fünf Hohlräume? Nach der Darstellung Hamann's enden sie blind geschlossen; eine Verbindung des gekammerten Organes mit den Hohlräumen der axialen Leibeshöhle ist ausgeschlossen. Nach W. B. Carpenter und Greeff (220, 5. Mitth.) hingegen existiren ventrale Ostien, das heisst Oeffnungen, durch die sich die fünf Verlängerungen des gekammerten Hohlraumes ventralwärts fortsetzen in Verlängerungen der circumvisceralen Leibeshöhle (Carpenters). Ludwig widerspricht dieser Darstellung. Er constatirt zwar das Vorhandensein der ventralen Ostien, lässt aber an diese sich Canäle anschliessen, welche neben dem Axenstrang ventralwärts aufsteigen und alsbald nicht mehr zu unterscheiden seien von den den Axenstrang selbst zusammensetzenden Canälen.

Greeff (220, 4. Mitth.) gab eine sehr abweichende Darstellung des gekammerten Organs, die mit den Untersuchungen von Ludwig und der übrigen Forscher nicht in Einklang zu bringen ist. Er liess die fünf Kammern des Organes sich in zehn Gefässe öffnen, welche in einen den dorsalen Grund der Leibeshöhle umkreisenden Gefässring übergehen sollten, über den er aber nicht genauere Angaben machen kann. Da Greeff das gekammerte Organ für das Herz erklärt, wie frühere Beobachter, waren seine sämmtlichen Beobachtungen dadurch beeinflusst, indem er sich nun bemühte, ein von der Leibeshöhle abgeschlossenes Blutgefässsystem zu finden. In ähnlicher Weise bezeichnet auch Teuscher (466) das gekammerte Organ als Gefässcentrum. Diese Anschauungen brauchen jetzt keine weitere Darstellung, da sie nach Kenntniss der Entwickelung der Larve hinfällig geworden sind.

Die Verzweigungen des gekammerten Organes in die Cirren (*Antedon*). Die fünf Hohlräume des gekammerten Organs lassen sich bis in seine dorsale Basis verfolgen, wie die Fig. 2, Taf. IV zeigt. Man sieht im Innern des Organs eine sternförmige Figur, deren Centrum den Axenstrang, und dessen fünf Strahlen die Scheidewände, welche im oberen Abschnitt die Fünfkammertheilung bewirken, darstellen. Ausserdem ist zwischen je zwei Strahlen ein Band ausgespannt, welches

die Befestigung mit der Wandung des gekammerten Organes herstellt. Es verbinden sich nämlich die fünf Strahlen nicht mit der letzteren, sondern setzen sich in Gestalt abgeplatteter Bänder in die Cirrengefässe fort, welche also nur an fünf Stellen aus dem gekammerten Organ entspringen, um, wie Fig. 2 zeigt, sich sogleich in Aeste, gewöhnlich in drei, zu theilen.

Es entspringen die Cirrengefässe somit in fünf Radien, aber nicht in einer Reihe, sondern in mehreren, wie ein Längsschnitt durch das gekammerte Organ von *Actinometra pulchella* (Fig. 1, Taf. IV) zeigt.

Cirrengefässe nehmen auch ihren Ursprung im Centrum der Basis. Das sind die das Centrodorsale durchziehenden und blind unterhalb des Epithels endenden Gefässe, welche zu rudimentären Cirren gehören würden.

Der der bisherigen Beschreibung zu Grunde gelegte Querschnitt, Fig. 2, stammt fast unmittelbar von der Basis des Organes her. Querschnitte, welche mehr ventralwärts (oralwärts) geführt sind (also zwischen Fig. 2 und 3), zeigen complicirtere Bildungen, indem nämlich zwischen den fünf Strahlen Verbindungsbrücken eingetreten sind.

Fassen wir zusammen, so ergiebt sich folgendes: Die Cirrengefässe sind sammt und sonders Fortsetzungen des gekammerten Organes. Das das Gefässlumen derselben durchsetzende Längsband (vergl. den Querschnitt durch einen Cirrus, Fig. 6, Taf. III) ist bindegewebiger Natur und eine Fortsetzung der fünf, unser Organ in fünf Abtheilungen trennenden Scheidewände. Diese zunächst für *Actinometra pulchella* und *Antedon rosacea* geltenden Resultate sind für *Actinometra paucicirra*, *A. parvicirra*, *Antedon Eschrichtii* in gleicher Geltung.

Diese Darstellung des Ursprunges der Cirrengefässe deckt sich mit den Untersuchungen Hamann's. Nach Ludwig's Beobachtungen, der die Scheidewand in den Cirrengefässen als vom Axenstrang stammend beschreibt, entspringen die Cirrencanäle nicht aus dem gekammerten Organ, sondern auch aus dem Axialstrang, sie sind Fortsetzungen der Canäle desselben. Im Gegensatz zu ihm hatte bereits Greeff (220) ihren Zusammenhang mit dem gekammerten Organ (seinem Herz) erkannt.

Ludwig haben sich auch Vogt und Yung (483a) angeschlossen und der Teuscher'schen Angabe zugestimmt, dass die Cirrengefässe aus dem Axialstrang, den sie als hohle, innen gefaltete Säule bezeichnen, entsprängen. — Bei einzelnen Cirrengefässen von *Antedon Eschrichtii* fand Ludwig, dass die innere Scheidewand fehlte.

Die Hohlräume des gekammerten Organs sind von einem Epithel ausgekleidet, welches auch die fünf Scheidewände überzieht, wie Greeff u. a. beschrieben haben. Der grösste Theil des Axenstranges — dessen ausführliche Beschreibung im Zusammenhang mit dem drüsigen Organ folgt — besteht aus Bindesubstanz, ebenso wie diese die Scheidewände

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

71., 72. u. 73. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1906.



zusammensetzt. Das Epithel, welches sich in die Cirrengefässe fortsetzt (Fig. 6, Taf. III), besteht aus 0,005—0,004 mm hohen Zellen, welche dicht nebeneinander liegen und einen continuirlichen Belag herstellen.

Ihre Kerne färben sich tief dunkel mit Carmin u. s. w. Wimpern habe ich an diesen Zellen nie wahrgenommen, ebenso wie sie sich sonst, wenn auch nur sehr wenig, von den mehr abgeplatteten, den Cölombelag bildenden Zellen unterscheiden.

Die Scheidewand, welche jedes Cirrengefäss in zwei Hohlräume trennt, sind wie die Scheidewände des gekammerten Organs, mit denen sie in Verbindung stehen, gebildet. Sie bestehen aus einer dünnen, bindegewebigen Lamelle, welche auf beiden Seiten von einem Zellenbelag bedeckt wird. Muskelfasern, wie sie Greeff glaubt gefunden zu haben, fand Hamann nicht in den Scheidewänden.

Während bei *Antedon* die Cirrencanäle direct vom gekammerten Organ entspringen, liegen die Verhältnisse bei den gestielten Crinoideen complicirter. Bei ihnen setzt sich das Organ in den Stiel fort, indem es in der Axe verläuft, als ein auf dem Querschnitt durch fünf radiäre Scheidewände in fünf Abtheilungen getheilter Canal. Ludwig (314) hat diese Verhältnisse für *Rhizocrinus lofotensis* beschrieben. Nach seiner Schilderung ist das gekammerte Organ bei dieser gestielten Art ähnlich gebaut wie bei *Antedon*. Es liegt im obersten Stielglied derartig, dass seine fünf Kammern so um den centralen Axenstrang angeordnet sind, dass sie sich gegenseitig eng berühren; den Axenstrang hingegen berühren sie nicht unmittelbar, sondern bleiben von ihm durch einen ihn rings umgebenden Raum getrennt. Das Organ selbst ist von birnförmiger Gestalt, mit dem breiteren Ende nach oben gerichtet, mit dem schmäleren Ende aber setzt es sich in den Stiel fort. Seine fünf Kammern setzen sich, ihr Lumen dorsalwärts mehr und mehr verengernd, fort, und werden so zu fünf Gefässen, die rings um den Axenstrang gelagert sind, der nur einen einzigen Hohlraum zu besitzen scheint. In der Wandung des Gefässes des Axenstranges beobachteten Sars (441) und Ludwig starke, longitudinal verlaufende Fasern, ähnlich den in den Ligamenten zwischen den Kalkgliedern des Stengels beobachteten Gebilden. Von der Gefässaxe der Stengelglieder gehen nach Ludwig Gefässe ab in die Ranken; nach neueren Beobachtungen sind die Rankengefässe Fortsetzungen der fünf peripheren Canäle, also Fortsetzungen des gekammerten Organs, enterocöle Hohlräume.

Das gekammerte Organ wird, wie bei *Antedon*, vom Centralorgan des apicalen Nervensystems umhüllt, das jedoch schwach entwickelt ist. Eine dünne Lage Nervenfasern umhüllt die Fortsetzungen des gekammerten Organs in den Stengel. Die in die Cirren eintretenden Canäle werden ebenfalls von einer Schicht Nervenfasern umhüllt, die aus längsverlaufenden Fasern sich zusammensetzt, wie es für *Antedon* gezeigt wurde. In einer soeben erschienenen Abhandlung hat Reichens-

perger*) das gekammerte Organ und die Cirrengefässe von *Pentacrinus decorus* geschildert. Er hebt hervor, dass die bei *Antedon* sich findenden ventralen röhrenförmigen Verlängerungen oder Aussackungen bei dieser Art fehlen, und dass das Organ allseitig blind geschlossen endet. Oeffnungen irgend welcher Art fand er in Uebereinstimmung mit den Befunden von Hamann nicht. Im obersten Teile der Kammern fand er von Wand zu Wand ziehendes, unverkalktes, faseriges Bindegewebe und im Innern zerstreut zahlreiche grosse, tiefdunkle Körner von amorpher Gestalt, die nur im gekammerten Organ anzutreffen sind. Aehnliche Körper hatte Perrier (404, 405) bei *Antedon* beschrieben. Die fünf Cirrengefässe sind Gefässe, welche aus den dorsalen Stielverlängerungen der Kammern des Organs austreten, und zwar in den Nodien des Stiels, wobei sich das Epithel der Kammern in die Cirrengefässe fortsetzt, ihre Innenwand auskleidend. Das Septum, welches jedes Gefäss in zwei Hälften theilt, bildet sich von der proximalen Kammerwand her und durchquert die Kammer, wie das Hamann bei einer grösseren Anzahl von Arten beschrieben hat.

4. Das Dorsalorgan (Axialorgan).

Der Axenstrang, der das gekammerte Organ in seiner Axe durchsetzte, tritt ventralwärts aus diesem heraus und setzt sich in Gestalt eines sich verdickenden Stranges in die Leibeshöhle des Kelches fort, um wieder verjüngt in der Nähe der Mundöffnung zu enden. Dieses strangförmige Organ trägt die verschiedensten Namen. Es wird als organe axial oder stolon genital von Perrier, als Dorsalorgan von Ludwig, als drüsiges Organ von Hamann bezeichnet, Benennungen, die erkennen lassen, dass man über die Function desselben noch im Ungewissen ist. Greeff vermuthete in diesem Organ einen das gekammerte Organ, das er als Herz bezeichnete, durchsetzenden Gefässstrang, den er drüsenartigen dorsoventralen Gefässstrang benannte. Ludwig (313) sah im Dorsalorgan ein strangförmiges Bündel von Gefässen, die mit den Blutgefässen, die den Darm umgeben, in Verbindung stehen sollten, und betrachtete es geradezu als Centralorgan des Blutgefässsystems.

Die erste Kunde vom feineren Bau dieses Organes brachten die Untersuchungen von Perrier und später von Vogt und Yung. Sie fanden, dass das Dorsalorgan auf seiner ganzen Länge eine offenbar drüsige Beschaffenheit besitze und aus kurzen, gewundenen Schläuchen, oder vielmehr aus Höhlungen bestehe, die gegen die Peripherie hin geschlossen, aber gegen die Axe des Organs, wo sie einen freien Raum lassen, geöffnet seien. Sämmtliche Hohlräume fanden sie von Zellen mit

*) August Reichensperger, Zur Anatomie von *Pentacrinus decorus* Wyv. T. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 80, H. 1, 1905, p. 1—36, 3 Taf. u. 1 Fig.

grossen, körnigen Kernen ausgekleidet. Nur im gekammerten Organ und in seinem ventralen Ende sollen die Zellen nicht vollständige Schläuche bilden, sondern eine unregelmässige Auskleidung der Innenseite des hier eine Röhre darstellenden Organes zeigen.

Eine theilweise Bestätigung dieser Angaben und Weiterführung gab Hamann (235), dessen Darstellung im Folgenden in der Hauptsache wiedergegeben wird. Das Organ wird allseitig umhüllt von dem Cölomepithel, dessen Zellen bald cubisch, bald mehr abgeplattet sind. Ein Querschnitt durch das Dorsalorgan oberhalb des gekammerten Organes zeigt folgendes (Fig. 9, Taf. VI). Eine Anzahl von querdurchschnittenen Schläuchen liegt in einer gemeinsamen Bindesubstanz, die nach aussen vom Cölomepithel begrenzt wird. Die folgenden, der Ventralseite genäherten Querschnitte lassen, je weiter sie vom gekammerten Organ entfernt liegen, desto mehr Schläuche bald längs-, bald querdurchschnitten erkennen, entsprechend dem zunehmenden Umfange des Organes. Bis zur ungefähren Mitte desselben wächst die Zahl der Schläuche, um dann abzunehmen. Hängen diese Schläuche untereinander zusammen und in welcher Weise? Es ist diese Frage nicht leicht zu entscheiden. Längsschnitte zeigen, dass dieselben seitliche kurze, blind geschlossene Aeste treiben, und dass der grössere Theil derselben der Länge nach verläuft. Einzelne Schläuche können zusammen von der Hauptmasse austreten, und so kann das ursprünglich einen Strang darstellende Organ in mehrere zerfallen. Dabei werden die einzelnen Aeste ebenfalls vom Cölomepithel überzogen. Fig. 10 auf Taf. VI giebt einen Theil eines Querschnittes bei stärkerer Vergrösserung. Die einzelnen Schläuche werden von einem ungefähr 0,04 mm hohen Epithel ausgekleidet, welches aus cylindrischen Zellen sich zusammensetzt, welche dicht gedrängt stehen. Diese Zellen besitzen einen granulirten Inhalt und färben sich sehr stark. Der kreisrunde, bläschenförmige Kern liegt in der Basis der Zelle. Das Lumen der Schläuche ist bald weit, wie in der Figur, bald eng, und oft erfüllt mit einer geronnenen hellen Flüssigkeit. Die Bindesubstanz, in welcher alle diese Schläuche liegen, besteht aus der hellen Grundsubstanz, welche keinerlei Verkalkungen zeigt, und spindligen wie sternförmigen Zellen, deren Ausläufer wirr durcheinander ziehen. Wie ich schon hervorhob, nimmt der Umfang unseres Organes nach der Ventralseite (Oralseite) zu ab, und die letzten Schläuche enden blind. Es lassen sich nun in nächster Nähe dieses Organes Blutlacunen verfolgen, welche eng mit demselben zusammenhängen, so am ventralen Ende. Dass jedoch die Blutflüssigkeit aus diesen Lacunen direct in die Lumina der Schläuche einträte, davon kann nicht die Rede sein. Sie kann höchstens in der Bindesubstanz des Organes ihren Verlauf nehmen, doch habe ich sie auch hier nicht beobachten können. Das dorsale Ende des drüsigen Organes ist der Axenstrang.

Indem das Dorsalorgan mehr und mehr an Umfang abnimmt, verschmächtigt es sich zu einem dünnen Strange; in dieser Gestalt tritt es

in das gekammerte Organ ein (Fig. 1, Taf. IV, von *Actinometra pulchella* dargestellt). Querschnitte durch diesen Endtheil ergeben, dass die Zahl der Schläuche nur noch eine sehr geringe ist und nach der Dorsalseite zu sich noch vermindert (vergl. Fig. 3 u. 4, Taf. IV). Die Schläuche sind sehr eng und besitzen eine Epithelauskleidung, welche sich von derjenigen unterscheidet, welche wir in den in der Leibeshöhle gelegenen Schläuchen kennen gelernt haben. Die Epithelzellen sind niedriger, beinahe abgeplattet oder cubisch, wie Fig. 8 auf Taf. IV zeigt.

Auf lückenlosen Schnittserien lässt sich feststellen, dass diese zuletzt in der Vier- oder Fünfzahl vorhandenen engen Canälchen blind enden, sich aber nicht in die Cirren fortsetzen, wie Ludwig u. a. meinen. Nach Reichensperger ist der Axenstrang im Stiel von *Pentacrinus decorus* eine einfache Röhre mit sehr engem Lumen. Seine Zellen sind denen des Axialorganes ähnlich. Fassen wir kurz zusammen, so stellt sich das Dorsalorgan dar als gleichsam in eine Kapsel von faseriger Bindesubstanz eingehüllt, welche im Innern die Drüsensubstanz in Lappen trennt, indem sie sich in das Innere hinein erstreckt. Die Drüsenbläschen, die von der Gerüstsubstanz umhüllt werden, sind kürzere oder längere Röhren, bald flaschen-, bald keulenförmig, theilweise verästelt. So zeigt sich der Bau in der Mitte des Organes. Einen Ausführgang besitzt dieses Organ nicht.

Eine ausführliche Schilderung des Axialorganes von *Pentacrinus decorus* hat Reichensperger (426a) gegeben. Bevor der Axenstrang in den Kelch übergeht, hat er an Umfang zugenommen, indem an Stelle der einfachen Zellreihe mehrere Schichten getreten sind, in denen sich Faltungen gebildet haben. Alsbald treten Schläuche auf, die sich im weiteren Verlaufe verzweigen und sich regellos durcheinander schlingen. Ob alle Schläuche miteinander communiciren, bleibt nach Reichensperger dahingestellt. Im Kelche lässt die Gesammtheit der Schläuche ein centrales Lumen frei, das im dorsalen Theile von Bindegewebssträngen durchzogen ist, im ventralen Theile aber frei von diesen bleibt. Aussen wird das Organ überzogen vom Cölomepithel, nach innen liegen die Schläuche und central das erwähnte Lumen, das von einem Cölomepithel begrenzt sein soll. Er betrachtet das Lumen als „abgekapselten Theil“ der Leibeshöhle. Bindegewebe wurde zwischen den Schläuchen spärlich vorhanden gefunden. Die Zellen der Schläuche sind ähnlich den bei *Antedon* geschilderten gebaut. Im Innern der Schläuche traf Reichensperger mitunter feines Gerinnsel an.

Das Dorsalorgan lässt sich, wie bereits erwähnt, als ein sich mehr und mehr verschmächtigender dünner Strang bis in die Nähe der Umgebung des Munddarmes verfolgen. W. B. Carpenter schildert, wie es sich hier in ein Geflecht auflöst, aus welchem die Genitalstränge, die in die Arme eintreten, entstehen, wie er an der Larve im *Pentacrinus*-Stadium nachweisen konnte. Perrier (404) kam zu dem gleichen Resultat. Er beobachtete das Dorsalorgan im Larvenstadium, wie es bis

in die Nähe des Mundes reicht und hier mit einer hakenförmigen Umbiegung endet, in der er Zellen mit Kernen fand, die kleinen Eizellen ähnelten. Dieses hakenförmige Ende des Organes mit den Urkeimzellen war durch einen kurzen Canal getrennt von dem die Drüsenzellen enthaltenden Abschnitt des Centralorganes. Von dem Ende wachsen nun Knospen aus, die sich in zehn Aeste theilen, die zu den Genitalröhren der Arme werden (siehe das Capitel über die Entwickelung der Geschlechtsstränge).

Einen dem Axialorgan „angelagerten Zellcomplex" fand Reichensperger bei *Pentacrinus decorus*. Verfolgt man das Axialorgan von seiner breitesten Stelle an ventralwärts, so trifft man auf einen Complex von Zellen, der bisher nur von P. H. Carpenter gesehen worden zu sein scheint, und den dieser zu seinem labial plexus rechnete. Diese Zellmasse bildet eine umfangreiche Scheibe von verschiedener Dicke, die sich mit ihrem unteren Rande und den Seitenrändern meist vertical an das Axialorgan anlegt. Ventralwärts aber, in der Nähe des Mundes, hängt sie mit den Endausläufern des Axialorganes nicht zusammen. Letzteres bildet mit dem Zellcomplex einen oben offenstehenden Sack, der im Innern schwach entwickelte, unverkalkte Bindegewebsstränge und eine Anzahl feinster Blutgefässe enthält. In Uebereinstimmung mit der Schilderung von P. H. Carpenter handelt es sich um Blutlacunen, die mit dem labialen, oralen Blutlacunengeflecht in Verbindung stehen und einerseits an Stellen des Axialorgans münden, andererseits in den Zellcomplex eintreten. Dieser setzt sich bis unterhalb des Integumentes der Kelchdecke fort, wo er als feiner Strang „anscheinend mit dem oralen Blutgefässring in enger Verbindung" steht. „Diesen Zellcomplex halte ich (Reichensperger) für den Bildungsherd der Urkeimzellen", die demnach aus Plasmawanderzellen hervorgehen sollen.

5. Schizocölräume.

Als Schizocölräume werden von Hamann (235) unregelmässig geformte Canäle beschrieben, welche, je einer in jeder Tentakelfurche der Arme, unterhalb des Nervenepithels, verlaufen. Fig. 6, Taf. II und Fig. 12, Taf. II lassen den Schizocölraum (*Sch*) deutlich hervortreten. Auf dem Querschnitt zeigt er eine unregelmässige Gestalt, bald mehr verengt, bald sogar kaum erkennbar, je nach der Contraction der Musculatur des Wassergefässcanales. Diese Schizocölräume sind als Hohlräume, als Lücken in der unterhalb der Nervenschicht liegenden gering entwickelten Bindesubstanzschicht aufzufassen. Sie sind homolog den Perineuralcanälen der Echiniden und Ophiuren.

Unterhalb der Epidermis des Peristoms verschmelzen sie zu einem ringförmigen Raum, der aber sehr wenig ausgebildet zu sein scheint, da man auf Schnitten oft umsonst nach ihm sucht.

Nach Hamann ist der Schizocölraum von abgeplatteten Zellen, deren Kerne in sein Lumen hervorragen, ausgekleidet. Sein Durchmesser beträgt bei *Antedon Eschrichtii* etwa 0,1 mm.

Diese radiären Räume und der orale ringförmige Hohlraum wurden von Ludwig (313) als Blutgefässe beschrieben, während er das Dorsalorgan für „das Centralorgan des ganzen Blutgefässsystems“ zu halten geneigt war. Auch P. H. Carpenter zählte diese Räume noch in seinen Challenger-Crinoideen dem Blutgefässsystem zu, wurde später aber anderer Meinung (vergl. bei Hamann 239, p. 108). Perrier sowohl, wie Carl Vogt und Yung (Lehrbuch d. prakt. vergl. Anat., Bd. 1) zweifelten an ihrer Existenz und hielten sie für zufällige Gewebslücken. Nachdem diese Räume aber bei *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus* beobachtet worden sind, kann an ihrem regelmässigen Vorkommen nicht mehr gezweifelt werden. Cuénot (168a) schliesst sich den Beobachtungen von Ludwig, P. H. Carpenter und Hamann an und deutet sie wie der letztgenannte als Schizocölräume. Neuerdings hat Reichensperger diese Hohlräume wiederum als „Blutgefässe“ bezeichnet.

6. Blutlacunen.

Das Blutlacunensystem ist gut entwickelt in Gestalt von Lücken und Spalträumen in der Bindesubstanzschicht der Bänder und Mesenterien der Leibeshöhle, die untereinander in Verbindung stehen. Alle diese den Darmtractus gleichsam umspinnenden Lacunen besitzen den gleichen Bau. Da die einzelnen die Leibeshöhle durchsetzenden Stränge und Bänder meist einen nur geringen Durchmesser besitzen und die Lücken in ihrer Bindesubstanz, in der sich die Blutflüssigkeit bewegt, ungemein erweitert sein können, so bleibt von dem Strange nichts weiter übrig als eine dünne Hülle oder Wandung, die die Lacune umhüllt, wie der Querschnitt durch eine solche Lacune (Fig. 11, Taf. VI) zeigt. Eine endothelartige Auskleidung fehlt den Lacunen bei *Antedon*, *Actinometra* und *Pentacrinus*.

Ueber die Anordnung der Lacunen lässt sich nach Hamann folgendes aussagen: Um den Schlund lagern, denselben umgreifend, eine Masse von Blutlacunen kleinster Art (Fig. 1, Taf. V). Dieses Netzwerk von Lacunen oder Lacunengeflecht ist bei *Antedon rosacea* ebenso deutlich ausgebildet wie bei den Arten der Gattung *Actinometra*. Die geronnene, fein granulirte und selten mit Zellen versehene Blutflüssigkeit tritt in dem Capillarnetze durch ihre hellrosa Färbung (nach Carminbehandlung) schön hervor. Sie gleicht in ihren Reactionen dem Blute der übrigen Echinodermen.

Carpenter (134a) hat diesen Theil des Lacunensystems „labial plexus“ benannt. Bei Vogt und Perrier wird er als „schwammiges Gewebe mit verzweigten Gefässen“ beschrieben. Eine besondere Art des Bindegewebes liegt aber hier nicht vor, welche einen solchen Namen rechtfertigen könnte.

Untersucht man den Verlauf der Lacunen auf Horizontalschnitten durch den Kelch, so kann man noch eine Reihe von immer wiederkehrenden Lacunen feststellen. So findet man bei *Antedon rosacea*, dass an gewissen Stellen kreisförmig verlaufende grosse Lacunen auftreten, so ungefähr oberhalb der Kelchmitte.

Der Durchmesser einer solchen Lacune beträgt 0,1 mm. Sie verläuft halbkreisförmig, das drüsige Organ umfassend, zwischen diesem und der äusseren Darmwindung. Weiter kann man im oberen Kelchtheile gleichgrosse, circulär verlaufende Lacunen finden, welche stärkere Aeste nach allen Seiten in unregelmässiger Weise abgeben.

Die Lacunen der Leibeshöhle stehen in Zusammenhang mit der Darmwandung. Dies geschieht in der Weise, dass die Stränge und Bänder der Leibeshöhle, in deren Hohlräumen die Blutflüssigkeit verläuft, in die Wandung des Darmes übergehen, indem sich ihre Bindesubstanzschicht in die der Darmwandung fortsetzt. Dasselbe ist für die epitheliale Bekleidung der Fall.

Man kann — wenn auch selten — die Blutflüssigkeit in der Bindesubstanzschicht der Darmwandung nachweisen.

Eine Fortsetzung der Lacunen der Leibeshöhle in die Arme wird von Hamann, dessen Darstellung im Vorhergehenden wiedergegeben ist, bestritten, da die sogenannten Nervengefässe (Ludwig) nur Schizocölräume sind.

Ein Zusammenhang der Blutlacunen mit dem Dorsalorgan ist insofern vorhanden, als die bindegewebige Wandung desselben sich in die Stränge und Bänder fortsetzt, in denen die Blutflüssigkeit circulirt.

Nach Perrier's Beobachtungen ist der um den Schlund lagernde Theil der Lacunen eine besondere plexiforme Drüse, eine Lymphdrüse, durch die in ihnen in grösserer Anzahl auftretenden Blutbildungszellen (l'organe spongieux). Ein Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefässsystem und der Leibeshöhle ist von verschiedenen Forschern behauptet worden. Vogt und Yung sagen geradezu: Wenn wir den Ausdruck Gefässsystem annehmen, so sind wir weit davon entfernt, behaupten zu wollen, dass die in diesen Gefässen enthaltene Flüssigkeit, eine von derjenigen Flüssigkeit, welche die übrigen Körpertheile erfüllt, verschiedene Zusammensetzung besitze. Die Gefässe stehen einerseits mit den Peritonealhöhlen und andererseits mit dem Wassergefässsystem in Verbindung; es können also keine grossen Verschiedenheiten zwischen den in diesen verschiedenen Theilen enthaltenen Flüssigkeiten vorkommen. Einen Zusammenhang sämmtlicher Hohlraumsysteme nimmt auch Perrier an. Die Aufnahme von Meerwasser denken sich diese Forscher in folgender Weise: Durch die Kelchporen gelangt dasselbe in das Blutgefässsystem, indem die Kelchporen in die Lacunen einmünden (gegentheilige Angaben von Ludwig, Carpenter und Hamann siehe oben). Nachdem nun, fährt Vogt fort, die Flüssigkeit überall da, wo das Gefässsystem ausgebildet ist, circulirt hat, wird sie durch die Hydrophor-

röhren (Steincanäle) aufgenommen, welche also in die Gefässe münden (s. oben), um in das Wassergefässsystem befördert zu werden. „So wird zwischen dem umliegenden Meerwasser und dem inneren Wassergefässsysteme eine Verbindung hergestellt, welche nicht, wie Ludwig, P. H. Carpenter u. a. behauptet haben, sozusagen direct durch die Vermittelung der allgemeinen Körper- oder Peritonealhöhle allein hergestellt wird. Ganz im Widerspruche damit geschieht die Verbindung vermittelst des Gefässsystems, das vom gekammerten und vom Dorsalorgane, vom Mesenterium und vom schwammigen Gewebe abhängt. Da dieses Gefässsystem mit der Peritonealhöhle in offener Verbindung steht, so erhält diese letztere von jenem die Flüssigkeit, welche sie erfüllt."

Es handelt sich hier nicht um Behauptungen, wie Vogt und Yung meinen, sondern um die Thatsachen, welche jeder, der unbefangen und mit der Technik vertraut ist, sofort bestätigen muss. Die Hohlräume der Leibeshöhle stehen in Verbindung mit dem Meerwasser durch die Kelchporen; diese münden weder bei *Antedon*, noch *Actinometra* und *Pentacrinus* in das Blutlacunensystem, welches allein durch die mit dem Darm zusammenhängenden, die typische Blutflüssigkeit führenden Hohlräume der Septen und Stränge der Leibeshöhle repräsentirt wird, sondern in die Leibeshöhle. Das Wassergefässsystem steht in keinem Zusammenhang mit dem Blutgefässsystem. Die Steincanäle öffnen sich bei den drei Gattungen in die oberflächlichen Räume der Leibeshöhle. Das gekammerte Organ mit den Canälen, welche in die Cirren führen, sind als Theile der Leibeshöhle anzusehen, welche beim jungen Thier mit derselben noch in Communication stehen; sie haben mit den Lacunen nichts zu thun.

Damit bestreite ich natürlich nicht, dass die Flüssigkeit, welche in der Leibeshöhle der Crinoiden angetroffen wird, vielleicht als Ernährungsflüssigkeit zu gelten hat, die Flüssigkeit hingegen, welche in den absorbirenden Lacunen des Darmes, der Mesenterien circulirt, die Nahrungsstoffe aus dem Darm in erster Linie enthält.

VII. Der Darmtractus.

Der Darm in seinem Verlaufe wurde zuerst von Heusinger (245), dann von W. B. Carpenter (155) und Joh. Müller (368) geschildert. Weitere Beiträge gaben P. H. Carpenter, Ludwig (313), Vogt und Yung, während den feineren Bau besonders Hamann ausführlich schilderte.

Die Mundöffnung liegt bei *Antedon* da, wo die fünf Tentakelfurchen zusammentreffen, nicht genau im Mittelpunkt der Scheibe, von einer verdickten Lippe umgeben. Um die kreisrunde Mundöffnung sind die Tentakelfurchen zu einer Kreisrinne verschmolzen, die von den Mundtentakeln überragt wird. Der Mund führt in schiefer Richtung in den in dem

analen Interradius gelegenen Schlund (Oesophagus), der eine trichterförmige Gestalt besitzt und sich in den Mitteldarm öffnet, welcher an seiner Ursprungsstelle einen kleinen Blinddarm besitzt. Der Mitteldarm liegt nach rechts, von der Ventralseite gesehen, verengert sich und macht eine volle Windung um die Axe der Scheibe. In den analen Interradius zurückgekehrt, biegt er sich als Enddarm um und mündet durch den Analtubus nach aussen. An der Innenwand des Darmes sind kleine der Axe der Körperhöhle zugewandte Blindsäcke entwickelt. Die Afterröhre oder der Analtubus, der die Oberfläche der Scheibe weit überragt, ist am lebenden Thiere in beständiger Bewegung; bald verkürzt sie sich, bald verlängert sie sich. Nach den Beobachtungen vieler Forscher nimmt sie Wasser auf, indem sie sich aufbläht, und stösst es aus, indem sie sich schliesst. Zweifelsohne, sagen Vogt und Yung, finden in der Afterröhre und im Mastdarme beständige Wasserströmungen statt, die durch diese abwechselnden Bewegungen verursacht werden, woraus man auf eine Afteratmung geschlossen hat.

Bei *Pentacrinus decorus* verläuft der Schlund fast senkrecht nach unten und macht mit seiner Fortsetzung, dem Darm, eine Drehung von links nach rechts. Nachdem der Darm in horizontaler Richtung den Kelch ringförmig durchlaufen hat, steigt er wieder nach oben, um im interradial liegenden After zu enden (Reichensperger, 426a).

Nicht bei allen Crinoideen ist der Verlauf des Darmes derartig einfach, wie bei *Antedon*, *Bathycrinus* und *Pentacrinus*. Bei *Actinometra* liegt die Mundöffnung excentrisch oder gar marginal, und die Tentakelfurchen sind nicht regulär symmetrisch vertheilt. Die Mundöffnung führt in den schräg hinabsteigenden Schlund, der in den Mitteldarm umbiegt, welcher in der Richtung des Zeigers der Uhr vier Umdrehungen um die Axe macht (vergl. P. H. Carpenter, Challenger-Crinoideen, Theil 1, p. 92, Fig. 3). Blinddarmartige Ausstülpungen, wie sie bei *Antedon* an der Innenseite erwähnt wurden, sind bei *Bathycrinus* und *Rhizocrinus* an der Aussenseite interradial gelagert, beschrieben worden. Hervorzuheben ist, dass der Darm in der Leibeshöhle suspendirt ist und die Körperwand der Scheibe nicht berührt. Durch die bei der Schilderung der Leibeshöhle beschriebenen Bänder und Mesenterien wird er an ihr befestigt.

Der Bau der die Darmwand zusammensetzenden Gewebe ist folgender: Das Epithel, welches die den Mund umkreisende Tentakelrinne überzieht, setzt sich auf den Mundeingang fort. Längsschnitte durch die Mundöffnung zeigen, wie das Epithel sich weiter direct in den Schlund fortsetzt. Seinen Bau schildert Hamann folgendermassen: Es besteht aus 0,1 mm langen haarförmigen Zellen, deren Kerne bald peripher, bald mehr in der Mitte oder in der Basis der Zellen gelegen sind. Eiförmige 0,01 mm lange Becherdrüsen, deren Inhalt ungefärbt bleibt, liegen peripher, während eine Nervenfibrillenschicht an der Basis der Zellen verläuft, wie Fig. 2, Taf. V zeigt. Isolirt man Zellen dieses Schlundepithels, so sieht man, dass die senkrecht die Nervenschicht

durchsetzenden Fasern basale Fortsätze derselben sind, welche bis daher im Gegensatz zu den übrigen Zellen als Stützzellen anzusprechen sind. Die basalen Fortsätze der zweiten Zellform sind viel feiner, reissen leicht ab und verhalten sich im Uebrigen wie die Nervenfibrillen, zwischen denen sie sich verfolgen lassen.

Unterhalb dieser Epithelschicht liegt eine kaum wahrnehmbare Lage von Bindesubstanz und hierauf im Schlund eine gut entwickelte Ringmuskelschicht und das denselben überziehende Cölomepithel. Die Muskelschicht ist nur im Anfangstheil des Schlundes erkennbar, wo das Epithel wulstförmig in das Lumen hervorspringt.

Die Nervenschicht nimmt, je tiefer man im Darme herabsteigt, an Ausdehnung ab und lässt sich im Enddarm mit Sicherheit nicht mehr nachweisen.

Die Zellen des gesammten Darmtractus, einschliesslich der Afterröhre, flimmern. In ihr erkannte bereits Joh. Müller die Wimperung. Eine Cuticula findet sich nicht; es sitzen aber die einzelnen Wimpern mit kurzen Fussstücken den Zellen auf.

Waren die Muskelfibrillen im Anfangstheil des Schlundes in mehreren Schichten zur Bildung eines kräftigen Sphincters angeordnet, so trifft man sie im übrigen Darm in Form einer einzigen Lage an. Bei *Antedon rosacea* ist sie schwer wahrnehmbar, bei den grösseren Arten gelingt dies jedoch leicht. Bei *Actinometra pulchella* u. a. ist der Darm aus denselben Schichten aufgebaut und zeigt in seinen verschiedenen Windungen keine Abweichungen. Eine besondere Erwähnung verdient der Endabschnitt, der Afterdarm, oder, wie er genannt wird, die Afterröhre, welche sich schornsteinartig auf der Oberfläche des Kelches erhebt.

Die Afterröhre stellt einen Cylinder dar, welcher in der ungefähren Mitte bauchig erweitert ist. Die Wandung bietet einen absonderlichen Anblick, indem sie durchbrochen erscheint. Es kommt aber dieses eigenthümliche Bild dadurch zustande, dass bei der Bildung der Afterröhre sich nicht nur der Darm, sondern auch die Körperwandung betheiligt, indem dieselbe schornsteinartig emporgehoben den Darm in sich schliesst. Am Ende des Gebildes geht die Wandung des letzteren über in die Körperwand.

Die Afterdarmwandung ist mit der Körperwand durch in regelmässigen Abständen abgehende bindegewebige Stränge oder Septen verbunden. Diese haben sämmtlich eine bestimmte Anordnung und Bau, und so kommt das Bild zustande, wie es Fig. 7 von *Antedon rosacea* wiedergiebt. Bei anderen Arten dieser Gattung wie bei *Actinometra* (*pulchella*) ist die Bildung eine gleiche, so dass das Folgende für alle Crinoiden Geltung hat.

Die Afterwndung besteht aus denselben Schichten wie der übrige Darm, nur sind dieselben anders entwickelt. Zunächst ist das Epithel nur in der unteren Hälfte mit Wimpern versehen, während diese im Endtheil fehlen. Während nun aber die Epithelschicht, welche den

Afterdarm auskleidet, an Höhe abnimmt, je näher man der Afteröffnung kommt, desto gewaltiger nimmt die Bindesubstanz zu.

Die Epithelschicht unterscheidet sich im Endtheil durch nichts von dem gewöhnlichen Körperepithel, in welches dasselbe auch an der Afteröffnung übergeht. Die Zellen lassen sich schlecht von der Bindesubstanz trennen, während dies bisher im übrigen Darm möglich war. Becherdrüsen sind in reicher Menge vorhanden.

Selbst wenn der Darm vollständig ausgestreckt ist, zeigt er in seiner Wandung Wülste, welche als Längswülste von der Oeffnung an bis etwa zur Hälfte des Enddarmes sich verfolgen lassen.

Die Bindesubstanzschicht zeigt bei einem Durchmesser von 0,1 mm spindlige und sternförmige Zellen, die nach allen Seiten die Grundsubstanz durchziehen. Verkalkungen finden sich in ihr bei *Antedon rosacea* nicht vor.

Die Muskelschicht ist in Gestalt eines kräftigen Sphincters entwickelt. Fig. 7 auf Taf. VII zeigt einen Längsschnitt durch die Darmwandung. Die einzelnen Stränge, welche die Verbindung zwischen derselben und der Körperwand herstellen, bestehen in ihrer Axe aus Bindesubstanz, welche einerseits mit der Cutis, andererseits mit der Schicht von Bindesubstanz zusammenhängt, welche nach aussen von der Ringmusculatur in der Darmwandung lagert.

Die Körperwandung, welche den Afterdarm umgiebt, zeigt keine Verkalkungen in ihrer Bindesubstanzschicht. Ihre Schichten gehen in die der Darmwandung über. Von besonderem Interesse sind Nervenzüge, welche vom mesodermalen oralen Schlundring, und zwar von den Seitennerven der Wassergefässe, austreten und in der Bindesubstanzschicht der Afterröhre sich zur Musculatur und Haut verzweigen.

VIII. Die Genitalschläuche und die Reifungsstätten der Geschlechtsproducte in den Pinnulae.

Während man in den übrigen Klassen der Echinodermen von Geschlechtsorganen oder Gonaden sprechen kann, die als besondere Drüsen an bestimmten Stellen des Körpers des erwachsenen Thieres liegen, treffen wir bei den Crinoideen abweichende Verhältnisse. Es herrschen bei ihnen offenbar primitive Verhältnisse, wie sie in den übrigen Klassen in der Jugend vorübergehend bestehen.

Eine ausführliche Schilderung der Lage und des Baues des Genitalcanales wurde durch Ludwig (313) gegeben, welcher auch die Kenntnisse über den Bau dieses Organes bis zu seinen eigenen Untersuchungen zusammengestellt hat.

Dass die Geschlechtsproducte der getrenntgeschlechtlichen Crinoideen in den gegliederten unverzweigten Anhängen der Arme, den Pinnulae, reifen, war seit längerer Zeit bekannt. Man sah, wie diese Pinnulae zur Zeit der Geschlechtsreife anschwollen. Durch die Untersuchungen von

W. B. Carpenter (155, 157, 158) und Semper (35) wurde die Meinung widerlegt, dass die Geschlechtsproducte der einzelnen Pinnulae ohne Verbindung untereinander wären, da sie zeigten, dass der sogenannte Joh. Müller'sche Nerv ein Verbindungsstrang zwischen den Pinnulae sei. Der Canal, in dem dieser vermeintliche Nerv verläuft, ist der Genitalcanal: in ihm verläuft der Genitalschlauch, wie wir im Folgenden sagen wollen, welcher in die einzelnen Pinnulae blind endende Aestchen abgiebt, deren Zellen entweder zu den Eiern, oder zu den Spermazellen heranreifen, während der Genitalschlauch selbst meist steril bleibt.

a. Lagerung der Genitalschläuche in den Genitalcanälen der Arme.

1. *Antedon rosacea.* Die Genitalschläuche sind in ihrem Verlaufe in den Armen von Ludwig (313) geschildert worden, dessen Angaben von Hamann (233, 235), Russo (438) und Reichensperger (426a) vervollständigt wurden.

In der die drei Längscanäle der Leibeshöhle in den Armen trennenden Scheidewand, und zwar in der verdickten Mitte derselben, liegt ein Längscanal, der den Arm in ganzer Länge durchzieht und in die Pinnulae seitliche, blind endende Fortsätze abgiebt. In diesem central gelegenen Hohlraum, einem Cölomsinus, dem Genitalcanal, liegt der Genitalschlauch mit den Keimzellen. Fig. 3, Taf. V giebt den oralen Abschnitt eines Querschnittes durch einen Arm wieder. Mit C, C^1, C^2 sind die drei Fortsetzungen der Leibeshöhle, mit G der Genitalcanal bezeichnet. Der letztere ist im Allgemeinen vollständig abgeschlossen, sowohl von dem über ihm gelegenen Ventral- wie von den Dorsalcanälen. An einzelnen Stellen kann er nach Ludwig's Beobachtungen durch unregelmässig geformte Lücken in seiner dorsalen und ventralen Wand mit den Cölomcanälen in Verbindung treten. Er ist von demselben niedrigen Epithel ausgekleidet wie diese und ein echter Cölomraum, eine Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme.

In Fig. 1, Taf. VII ist der Genitalcanal *GK* mit dem Genitalschlauch *GS* vergrössert abgebildet. Innerhalb des Genitalschlauches ragt an einer Stelle die Wandung in das Lumen hervor. Hier liegen besonders grosskernige Zellen, die Urkeimzellen, die in Gestalt eines Stranges, einer Rachis, angeordnet liegen. Das gilt für *Antedon.* Der in der Figur mit *GS* bezeichnete Hohlraum ist von Ludwig als Blutgefäss beschrieben worden, nach den analogen Verhältnissen, wie er sie bei den übrigen Klassen der Echinodermen gefunden hatte. Hamann konnte sich von der Richtigkeit dieser Deutung nicht überzeugen; auch fand er keinen Zusammenhang dieses Hohlraumes mit Blutlacunen der Mesenterien in dem Kelche. Reichensperger (426a) hat sich für die Ludwig'sche Deutung ausgesprochen und nennt diesen Hohlraum der Genitalschläuche von *Pentacrinus* Genitalgefäss.

Die Genitalrachis liegt nach Ludwig's Beschreibung und Zeichnung im Centrum des Schlauches durch Muskelfäden aufgehangen. Hamann fand weder bei *Antedon Eschrichtii* noch *rosacea* diese Befestigung. Die Genitalrachis lag vielmehr der Wandung des Schlauches an (Fig. 1, Taf. VII). Dies scheint das regelmässige Verhalten zu sein. Sie besteht nach Ludwig aus grossen Zellen, welche das Lumen bis zur Unkenntlichkeit verengen. Das sind die Urkeimzellen. Aus ihnen gehen in den Pinulae Eier und Samenzellen hervor.

Nach Hamann ist der Bau des Genitalschlauches complicirter, als er von Ludwig geschildert wird. Zunächst ist die Epithelschicht zu erwähnen, welche ihn rings umhüllt. Die Kerne dieser Zellen liegen dicht beieinander, so dass es scheint, als ob gar keine Zellsubstanz vorhanden wäre (vergl. Fig. 1 e^1, Taf. VII). Die Wandung soll unterhalb dieser Epithelschicht nach Ludwig längsgefasert sein und in Abständen lagern Ringmuskelfasern. Diese letzteren muss ich in Abrede stellen, während ich eine dünne Lage Bindesubstanz erkenne, der ein Epithel aufliegt, das den Hohlraum des Schlauches auskleidet, auch über die Genitalrachis sich erstreckt. Der Genitalschlauch selbst wird durch spindlige Zellen im Genitalcanal *GK* aufgehangen, wie dieselbe Figur zeigt.

Die Zellen in der Genitalrachis sind amöboid, gegenseitig sehr oft so dicht gedrängt gelagert, dass ihre Grenzen unkenntlich geworden sind. Sie messen, wie Ludwig für *Antedon Eschrichtii* angegeben hat, 0,08 mm. Ihr Plasma ist fein granulirt. Der kugelige, grosse Kern tritt sehr deutlich hervor.

2. *Pentacrinus decorus.* Durch Reichensperger sind die Generationsorgane dieser gestielten Form untersucht worden. Bei der geringen Kenntnis, die wir zur Zeit über die Anatomie der Crinoideen besitzen — ist es doch fast nur *Antedon*, welcher näher bekannt geworden ist —, rechtfertigt sich ein genaues Eingehen auf die Ergebnisse dieses Forschers, zumal sie viel Abweichendes bringen. Carpenter (134a) giebt in seinem Challengerwerk, Theil 1, an, dass bei *Holopus rangi* und zwei unbekannten Arten von *Pentacrinus* und *Metacrinus* auf einzelnen Schnitten die Ovarien in den Armen liegend angetroffen wurden; bei dem gewöhnlichen *Pentacrinus* suchte er jedoch vergeblich darnach. Diese Notiz besagt also, dass reife Eizellen bei gewissen gestielten Arten bereits in den Armen angetroffen werden können, was Reichensperger für *Pentacrinus decorus* zu bestätigen gelang. Er fand bei seinen Exemplaren, welche aus dem Karibischen Meere stammten, in den Armen in ihrem ganzen Verlauf nahezu reife männliche oder weibliche Geschlechtsproducte, ja bereits in den meisten Kelchscheiben waren solche vorhanden.

Wie bei *Antedon* verläuft im Genitalcanal ein dünnwandiger Schlauch, der ein weites Lumen besitzt. Er ist durch Bindegewebsstränge in der Mitte des Genitalcanales aufgehangen. In dem Schlauch liegt ein zweiter, der im Stadium der Geschlechtsreife das Lumen des äusseren

ganz ausfüllt. Den äusseren Schlauch erklärt Reichensperner für ein Genitalgefäss, besser Genitallacune, da er Gerinnsel, Reste von Blutserum, in ihm fand. Ringmuskeln fand er nicht vor. Die Genitalröhre, der innere Schlauch, ist erfüllt mit Ei- oder Samenzellen; die Eier waren in verschiedenen Wachsthumsstadien, reife Eier fehlten. In den Pinnulae zeigt der Genitalschlauch denselben Bau.

b. Die Genitalschläuche im Kelche.

1. *Antedon.* Während der Verlauf der Genitalschläuche mit den Urkeimzellen leicht festzustellen ist, sind die Angaben über ihren Verlauf im Kelch spärlich. Hamann glaubte, an geschlechtsreifen *Antedon rosacea* feststellen zu können, dass die Genitalschläuche nach ihrem Eintritt in den Kelch zwischen dem ventralen Integument und den Darmwindungen verliefen und zur Bildung eines unregelmässigen Pentagons zusammenträten. Der Genitalschlauch hat einen geringeren Durchmesser wie in den Armen; er misst 0,02 mm, während die Genitalröhre, oder besser Genitalrachis 0,01 mm dick ist. Der Bau des Schlauches ist der gleiche wie in den Armen. Man findet das Epithel, den inneren Zellbelag, wenn auch weniger entwickelt, und die grossen Urkeimzellen. Wie in den Armen bewirken auch hier Spindelzellen die Anheftung des Genitalschlauches in dem umgebenden Hohlraum.

Russo (438) glückte es, an jungen *Antedon*-Exemplaren festzustellen, dass die Genitalschläuche der Arme sich, sobald sie in die Leibeshöhle des Kelches eingetreten sind, um den Schlund, ihn umkreisend, verlaufen, sich theilen und untereinander anastomosiren, indem sie ein Netzwerk bilden. Diese periösophagealen Schläuche konnte ich an jungen wie alten Exemplaren von Triester *Antedon* deutlich verfolgen, wie sie aus den Armen in die Scheibe eintreten, sich in der Leibeshöhle des Kelches um den Oesophagus verzweigen, und sich bis in die Gegend des Endes des Axialorganes verfolgen lassen, ohne mit ihm in Verbindung zu treten. Die Genitalschläuche sind zwischen den Bindegewebssträngen der Leibeshöhle durch die Urkeimzellen mit ihrem grossen Kern, die ihr Lumen anfüllen, sofort kenntlich. Wie Russo zeigte, entwickeln sich diese Genitalschläuche aus einer Cölomzellengruppe, die in der Nähe des Endes des Axialorganes entsteht (vergl. unten das Capitel über die Entstehung der Geschlechtsorgane).

Jüngst hat Reichensperger den Verlauf der Genitalschläuche im Kelch von *Pentacrinus decorus* verfolgt. Zwischen Darm und dem ventralen Integument verlaufen die aus den Armen eintretenden Schläuche, verzweigen sich und bilden so ein Netzwerk. Die Genitalröhre birgt auch im Kelch Genitalzellen der verschiedensten Grösse; neben kleinen Zellen von 0,015—0,017 mm Durchmesser liegen solche von 0,1 mm. Die peripher die Genitalröhre umgebenden Genitalgefässe treten in der Nähe der Mundöffnung mit dem Geflecht der labialen Gefässe in Verbindung.

Einzelne Ausläufer der labialen Blutgefässe treten an die Genitalgefässe heran und anastomosiren mit denselben. Weiter umziehen die Genitalgefässe den Schlund in unmittelbarer Nähe und treffen dort mit Theilen des Gefässes zusammen, welches aus der Mitte des dem Axialorgan angelagerten Zellcomplexes in der Richtung auf den Schlund hinführt. Es sollen Zellen aus diesem Zellcomplex, der Plasmawandzellen enthält, sich loslösen, durch das um den Schlund ziehende Rohr zum labialen Blutgefässgeflecht hinwandern, um sich endlich in den Strängen der Scheibe, Arme und Pinnulae zu heranwachsenden Ei- oder Samenzellen zu entwickeln. Ich bemerke nur, dass diese Anschauung in einem gewissen Gegensatz zu den embryologischen Beobachtungen steht, nach denen die Genitalschläuche aus bestimmten Cölomzellen-Anhäufungen (Russo) durch Auswachsen sich entwickeln, nicht aber aus Lymphzellen, die nach Reichensperger ihrerseits die Urkeimzellen bilden sollen.

Wie Hamann (233) gezeigt hat, besitzen auch die Asteriden in früher Jugend Genitalschläuche wie die Crinoideen. Nach Anlage der Gonaden bilden sie sich jedoch zurück, so dass am erwachsenen *Echinus* nur die Gonaden, jede für sich gesondert, angetroffen werden. In allen Gruppen der Echinodermen sind nach Hamann die Zellen der Genitalröhren Wanderzellen, welche in die Reifungsstätten — hier die Pinnulae — wandern, um zu Ei- oder Samenzellen auszuwachsen. Durch die Reichensperger'schen Beobachtungen an *Pentacrinus decorus* ist dieser Lehre von den wandernden Urkeimzellen eine schöne Bestätigung zu Theil geworden, da die Zellen bereits während ihres Weges in die Pinnulae sich zu den Geschlechtszellen differenzirt haben.

c. Die Reifungsstätten der Urkeimzellen in den Pinnulae (Gonadenschläuche der Pinnulae).

Wie wir sahen, sind bei *Antedon* die Genitalröhren mit Zellen von gleicher Grösse erfüllt, den Urkeimzellen, die sich durch ihren verhältnissmässig sehr grossen Kern auszeichnen. Von dem radiären Genitalschlauch treten seitliche Aeste in die Pinnulae ein, die blind geschlossen enden. Die Urkeimzellen dieser in die Pinnulae eintretenden Schläuche zeigen vor dem Eintritt der Geschlechtsreife nichts Besonderes; sie gleichen den in den radiären Verzweigungen liegenden Zellen. Erst zur Zeit der Geschlechtsreife tritt eine Differenzirung ein, indem sie sich entweder zu den Eizellen, oder zu den Spermazellen entwickeln, da die Crinoideen getrenntgeschlechtlich sind. Dann schwillt die einzelne Pinnula an, indem sich die entwickelnden Geschlechtsproducte ausdehnen und endlich den ganzen verfügbaren Raum innerhalb der Pinnula einnehmen und ausfüllen.

Ein Querschnitt durch eine Pinnula, Fig. 2, Taf. VII, zeigt folgendes: Der Genitalschlauch füllt den Genitalkanal fast vollständig aus, oft be-

rühren sich die Wände eng miteinander. Die Urkeimzellen reifen nun in der Rachis oder Genitalröhre, welche durch die wachsenden Zellen ausgedehnt wird, sodass sie das Lumen des Genitalschlauches fast erfüllt. Ein Stück der Wandung in vergrössertem Massstab giebt Fig. 3, Taf. VII wieder. Das in Fig. 3 abgebildete Stadium zeigt die sich entwickelnden Eizellen innerhalb der Wandung der Genitalröhre. Sie werden nach Ludwig von einem Follikelepithel umhüllt, was von Hamann bestritten wird. In einem späteren Stadium zeigt sich der Hohlraum des Genitalschlauches von den reifen Eizellen erfüllt, in denen anfangs noch das Keimbläschen deutlich ist. An den Pinnulae von *Antedon eschrichtii* beschreibt Hamann diesen Vorgang folgendermassen: Sobald die Eier ausgewachsen sind, gelangen sie in den centralen Hohlraum, den sie allmählich ganz ausfüllen. Die Eier sind etwa 0,3 mm dick; eine Dotterhaut hebt sich um sie ab. Jetzt machen sie ihre Reifung durch, und bald sieht man die beiden Richtungskörper ihnen aussen anliegend. In diesem Zustande treten die Eier aus den Pinnulae aus. Bei den männlichen Thieren wird der centrale Hohlraum der Pinnulae von den ersten Spermatozoen vollständig erfüllt.

Die Gestalt der Gonaden, wie man die blindsackartigen Ausstülpungen des Genitalschlauches in die Pinnulae nennen kann, ist bei den einzelnen Gattungen eine sehr verschiedene. Sie sind bald kugelig, bald birnförmig oder längsgestreckt, und durchziehen eine grössere Zahl der Pinnulaglieder.

Ausnahmsweise reifen die Urkeimzellen in den in den Armen gelegenen Genitalschläuchen, wie bei *Holopus*, oder gar unterhalb der Ambulacralfurchen des Kelches. Das letztere fand P. H. Carpenter (134a) bei einer weiblichen *Antedon rosacea* und einer *Actinometra pulchella*. Nach Semper (452) reichen bei *Actinometra parvicirra* die Gonaden bis in die Arme, sodass man in ihnen reifende Eier antrifft.

d. Die Genitalöffnungen.

Die erwachsenen geschlechtsreifen Crinoideen besitzen keine dauernd vorhandenen Genitalöffnungen. Es fragt sich daher, an welchen Stellen der Pinnulae werden die Geschlechtsproducte entleert? Ludwig fand, nachdem die Eier ausgetreten waren, an der der Spitze der Arme zugekehrten Seite der Pinnulae mehrere hintereinander gelegene, unregelmässig begrenzte, mit einem Wulst umsäumte, ziemlich grosse Oeffnungen, die die Pinnulaewand bis in den Genitalschlauch durchsetzen. Diese Oeffnungen konnte Ludwig als dünne Stellen an den mit reifen Eiern erfüllten Pinnulae erkennen, so dass es sichergestellt ist, dass sich die Oeffnungen an bestimmten Stellen bilden. Nach Hamann sollen bei *Antedon eschrichtii* ebenfalls die Orte für dieselben vorgebildet sein. Es sind papillenartige Hervorragungen der Pinnulawand, die an diesen

Stellen sehr gering entwickelt ist. Durch Druck der reifen Eier soll die Oeffnung und Ruptur erfolgen. Bei den männlichen Thieren finden sich vorgebildete Ausführcanäle, die an derselben Stelle liegen, wie die weiblichen Oeffnungen. Sie wurden zuerst von Teuscher (466), dann von Ludwig (313) beschrieben. Nach Beobachtungen Marshall's (1902) bilden sich die männlichen Geschlechtsöffnungen an den Pinnulae während der Geschlechtsreife, indem sich die Hodenwand aussackt und die Wandung der Pinnulae durchbricht.

C. Entwickelungsgeschichte.

I. Die Embryonalentwickelung.

1. Ablage der Eier und des Samens.

Die Crinoideen sind getrenntgeschlechtliche Thiere, wie bereits erwähnt wurde. Die Geschlechtsproducte werden von *Antedon rosacea* in Neapel bereits im März (Goette, 210), in Villafranca und Toulon im April (Barrois, 23) entleert, während in Triest nach den Angaben von Gräffe (212 a) und Seeliger (450) erst Anfang Juni die ersten Embryonen gefunden werden. An den englischen Küsten legt dieselbe Art erst im Juli ihre Geschlechtsproducte ab (Thompson, 469), während Wyv. Thomson (473) an der schottischen Insel Arran von Ende Mai bis Anfang Juni als Termin angiebt. Es scheint somit, dass die Laichzeit je nach dem Klima sehr verschieden sein kann.

Seeliger (450) machte über die Ausstossung der Eier und des Spermas folgende interessante Beobachtungen. Von den in durchlüfteten Aquarien gehaltenen Thieren von *Antedon rosacea* gaben zuerst die Männchen ihre Spermatozoen von sich, und zwar in solchen Massen, dass ganz ansehnliche Wassermengen getrübt wurden. Gleichzeitig traten auch bei den Weibchen die Eier an die Oberfläche der Pinnulae. Niemals geschah aber das letztere, wenn nicht bereits die Männchen Sperma ejaculirt hatten. Seeliger schliesst hieraus, dass ein Geschlechtsreiz bei der Ablage der Eier wirksam sei. Der Austritt der Geschlechtsproducte fand bei den Triester Thieren regelmässig um die siebente Morgenstunde statt.

Einen Begattungsvorgang, wie er nach Jickeli (265) dem Austreten der Geschlechtsproducte vorausgehen sollte, konnte Seeliger niemals beobachten. Jickeli hatte beobachtet, wie ein männliches Thier mit einem weiblichen längere Zeit eng mit den Armen verschlungen war. Nach dieser angeblichen Copulation sah er die einzelnen Arme und Pinnulae sich ablösen. Der ganze geschilderte Vorgang wird von Bury und Seeliger als anormaler angesehen.

Die Eier bleiben nach ihrer Entleerung zum Theil auf der Oberfläche der Pinnulae hängen, um sich hier zu furchen und zu entwickeln. So

fand Seeliger, dass auf einer einzigen Pinnula 30 oder mehr Embryonen sassen.

Die Eier von *Antedon rosacea* sind 0,25—0,3 mm lang. Das Ei von *Antedon rosacea* vor seinem Austritt aus der Pinnula beschreibt Ludwig (317) als mit einer hellen, durchsichtigen Hüllschicht umgeben, die zapfenförmige Fortsätze in den Dotter sendet. Nach dem Austritt durch die Genitalöffnungen verlieren sich diese Fortsätze allmählich und sind eine kurze Zeit später vollständig verschwunden. Die Eier sind infolge des Dottermaterials mehr oder weniger undurchsichtig. Ihre Färbung wechselt. Bald sind sie gelblich oder schwach röthlich gefärbt, oft aber auch ganz weiss und dann fast immer ganz undurchsichtig (Seeliger).

2. Die Furchung.

Nach den ausführlichen Angaben Seeligers beginnt die Furchung eine Stunde nach der Eiablage, nach Bury nach drei Stunden. Nach 20 Minuten beobachtete Seeliger, wie sich das Ei bereits in vier Furchungszellen zerklüftete. Nach 24 Stunden hatten sich die Gastrulae entwickelt. Gewöhnlich schwärmten die Larven am fünften Tage; bald verliessen alle gleichzeitig die Pinnulae, oder es geschah innerhalb mehrerer Tage. Nach Barrois (23) dauert die Embryonalzeit 7, nach Thomson 3—4 Tage. Ueber die ersten Furchungsstadien liegen Beobachtungen vor von Barrois (23), Bury (89) und Seeliger (450), welche untereinander nicht im Einklang stehen. Nach Bury verläuft die Furchung äqual, nach Barrois und Seeliger inäqual. Das Ei zerfällt nach Seeliger durch eine Furche, die zunächst als eine flache Rinne am animalen Pole erscheint und allmählich nach dem gegenüberliegenden Pole vorrückt, in zwei gleich grosse Zellen (Fig. 1, Taf. VIII). Die Hauptaxe, die den animalen mit dem vegetativen Pol verbindet, wird zur Längsaxe der Larve. Die zweite Furche verläuft, wie die erste, meridional und steht zu ihr senkrecht, so dass vier gleich grosse Zellen gebildet sind, die central einen Raum frei lassen, die erste Andeutung der Furchungshöhle. Die dritte Furche verläuft parallel zum Aequator, dem animalen Pole näher als dem vegetativen, so dass vier grössere und vier kleinere Zellen entstehen, die genau übereinander liegen (Fig. 2). Die beiden folgenden Furchen treten gleichzeitig zuerst am animalen Pole auf und zerlegen die vier kleinen Zellen in acht nahezu vollständig gleich grosse, sodann dehnen sich die Furchen auf die vier vegetativen Zellen aus. Dieses 16zellige Stadium zerfällt durch äquatoriale Furchen in das 32zellige. Auch jetzt theilen sich die Zellen am animalen Pole früher, wobei sich die Blastomeren derartig verschieben, dass die Oeffnung der Furchungshöhle am animalen Pole verschlossen wird. Die Zellen des vegetativen Poles zerfallen in 16 Zellen, wobei die 8 dem vegetativen Pole zugekehrten grösser sind als die anderen, wie eine seitliche Ansicht (Fig. 5, Taf. VIII) zeigt. Die jetzt noch vorhandene Oeffnung am vegetativen

Pole ist im 18zelligen Stadium geschlossen, und zwar nur durch geeignete Verschiebung der acht unteren vegetativen Zellen. Damit ist das Blastula-Stadium erreicht. Während sich die Zellen weiter theilen, bleibt der Grössenunterschied der Zellen des animalen und vegetativen Poles erhalten. Nach der Darstellung von Barrois soll im Blastulastadium der Grössenunterschied sich ausgeglichen haben und die Wandung von gleich grossen Zellen gebildet werden. Hiermit stimmen die Angaben Burys überein, welcher eine Ungleichheit der Furchungszellen für anormal erklärt.

3. Die Bildung des Urdarmes und des Mesenchyms.

Die Blastulabildung ist nach Barrois in 12 Stunden, die Gastrulation 5 Stunden später vollendet. Seeliger fand die letztere 7 Stunden nach dem Auftreten der ersten Furche beginnend, die Einstülpung nach 16 Stunden beendet. Sie beginnt nach Seeliger damit, dass eine Zelle am vegetativen Pole in die Furchungshöhle eingestülpt ist, der andere nachfolgen, so dass eine schmale, später langgestreckte Rinne, die etwa ein Viertel des Umfangs des Keimes einnimmt, gebildet wird, von deren Rändern aus die Einstülpung des Entoderms erfolgt nach Art einer embolischen Gastrula. Indem sich die eingestülpten Entodermzellen vermehren, entstehen die in Fig. 8 und 9 abgebildeten Stadien. Das Lumen des Urdarmes stellt einen schlitzförmigen Spalt dar mit sehr engem Blastoporus. Er ist, wie Barrois zuerst angab, quer gestellt, so dass die Gastrula jetzt bilateral-symmetrisch gebaut ist. Eine durch den Blastoporusschlitz parallel zur Hauptaxe gelegte Ebene steht senkrecht zur Medianebene. Nach Bury liegt der Blastoporus mehr der späteren Bauchseite zugekehrt. Die Furchungshöhle ist auf allen Stadien durch eine eiweisshaltige Substanz, Hensen's Gallertkern, erfüllt.

Die ersten Mesenchymzellen bilden sich am blinden Ende des Urdarmes am Ende des zweiten Tages nach Bury, bereits nach 16 Stunden nach den Angaben von Seeliger, indem hier das Entoderm mehrschichtig geworden ist, durch eine beschleunigte Zelltheilung, wobei die Zellen ihre regelmässige Anordnung verloren haben und in die Furchungshöhle einwandern.

Diesen Vorgang der Gastrulabildung haben zuerst Barrois und Bury beschrieben. Das von Goette als Gastrula beschriebene Stadium der Larve mit den vier Wimperstreifen ist ein späteres Entwickelungsstadium, in welchem die einzelnen Organsysteme bereits in ihren ersten Anlagen aufgetreten sind.

4. Der Verschluss des Blastoporus und die Umbildungen des Urdarmes in Mesenteron, Hydrocöl und Enterocöl.

Nach den übereinstimmenden Schilderungen von Barrois, Bury und Seeliger schliesst sich der Blastoporus. Ueber die Zeit weichen

die einzelnen Angaben ab. Seeliger fand ihn bereits 36 Stunden nach Beginn der Furchung geschlossen, Bury erst am dritten Tage. Der Process des Schliessens geht in der Weise vor sich, dass sich der Blastoporus mehr und mehr verengt. Die Verschlussstelle giebt sich noch eine Zeitlang als flache Vertiefung im Ektoderm kund. Zu gleicher Zeit hat sich der Urdarm (Archenteron) in Gestalt eines zusammengedrückten Säckchens abgeschnürt und liegt als ein isolirter Sack in der von Mesenchymzellen erfüllten Furchungshöhle.

Der abgeschnürte Urdarm zerfällt zunächst durch eine senkrecht zur Hauptaxe des Embryos auftretende Ringfurche in zwei Blasen, die durch einen centralen Verbindungsgang verbunden bleiben (Fig. 1, Taf. IX), welcher später verschwindet. Das geschieht nach Seeliger, sobald sich die Ringfurche mehr und mehr vertieft, so dass bald zwei getrennt liegende Blasen entstehen, an denen sich die weiteren Umbildungen vollziehen (Fig. 2, Taf. IX). Nach Barrois hingegen bleiben beide Blasen noch längere Zeit in Verbindung miteinander, und erst nach der Anlage des Hydrocöls u. s. w. vollzieht sich ihre Trennung.

Im Folgenden sei auch weiter die Darstellung Seeliger's zugrunde gelegt. Die beiden voneinander getrennten Blasen sind verschieden gross. Die vordere Blase ist die grössere — aus ihr entsteht das Mesenteron (Darmanlage) und das Hydrocöl —, aus der hinteren geht die Leibeshöhle, das Enterocöl oder Cölom, hervor. Dieser hintere Enterocölsack oder Cölomblase ist röhrenförmig gebildet und verläuft von rechts nach links, so dass jetzt Ventral und Dorsal bestimmt sind. An dieser hinteren Cölomblase vollzieht sich alsbald eine Veränderung. Sie wird in ihrer Mitte etwas eingeschnürt, während sie sich an den beiden Enden verbreitert. Zugleich streckt sich die vordere Blase in dorsoventraler Richtung und umfasst mit nach hinten gebogenen Enden die hintere Blase. Beide Blasen sind, von oben oder unten gesehen, kreuzähnlich übereinander gelagert.

Während sich diese Bildungen vollzogen haben, hat sich der bisher annähernd kugelige Embryo in der Richtung seiner Hauptaxe beträchtlich in die Länge gestreckt. Zu gleicher Zeit beginnt im Ektoderm die Bildung der Wimperstreifen oder Wimperbogen, die an den 60 Stunden alten Embryonen scharf gesondert hervortreten.

An der Cölomblase, die in ihrer Mitte, wie Fig. 3, Taf. IX, zeigt, eingeschnürt ist, während die Enden blasenförmig erweitert sind, tritt jetzt ein Zerfall in zwei Blasen oder Taschen ein, *cl* und *cr*, in den linken und rechten Entocöl- oder Cölomsack, wie Barrois, Bury und Seeliger übereinstimmend angeben. Diese beiden Cölomsäcke dehnen sich allmählich über die hinteren Embryonalseiten aus. Goette, welcher zuerst zwei Cölomsäcke beschrieben hat, lässt sie als zwei seitliche Aussackungen vom animalen Ende des abgeschnürten Urdarmes aus nach vorn wachsen, während sie nach der Darstellung der übrigen Forscher am vegetativen Ende entstehen.

Die vordere Mesentero-Hydrocölblase, die, wie wir sahen, die hintere Blase mit nach hinten gebogenen Enden umfasste, zeigt jetzt folgende Veränderungen. Die beiden Fortsätze sind länger geworden und umgreifen das Verbindungsstück der Cölomsäcke, bis sie sich berühren. Nach Bury vereinigen sich die Fortsätze zu einem vollkommen geschlossenen Ringe. Diese vordere Blase zerfällt später in zwei Theile, den Darm und das Hydrocöl. Das letztere entsteht als ein Fortsatz, zunächst in Gestalt eines fast kreisförmigen Bläschens. Die Abschnürung erfolgt erst im nächsten Stadium. Weiter bildet sich an der vorderen Wand der Mesentero-Hydrocöl-Blase eine kleine Ausstülpung gegen die Leibeshöhle vor dem Verbindungsgang der beiden Cölomsäcke an der Grenze von Darm- und Wassergefässanlage, nach den übereinstimmenden Befunden von Bury und Seeliger, das ist die Anlage des Parietalcanales von Perrier. Dieser schnürt sich später als ein röhrenförmiges Gebilde ab.

5. Der Embryo zur Zeit der Bildung der Wimperstreifen.

1. Aeussere Gestalt. Die Bildung der fünf quer verlaufenden Wimperstreifen vollzieht sich während der dritten Nacht an den jetzt längsgestreckten Embryonen. Fig. 6, Taf. IX zeigt einen verhältnissmässig wenig schlanken Embryo. Der vordere Wimperstreifen ist in der Medianebene ventral unterbrochen, da hier eine flache Grube liegt, die Seeliger als Scheitelgrube bezeichnet. Die Wimperstreifen umkreisen die Oberfläche des Embryos wie die Reifen ein Fass. Der zweite und dritte erscheinen durch die ventral in der Medianebene aufgetretene Vestibulareinstülpung an dieser ausgebuchtet. Diese Einstülpung bildet sich um die 80. Stunde, sie wird von Bury Larvenmund benannt. Weiter ist die Festheftungsscheibe zu erwähnen, die ventral von der Scheitelgrube zunächst als kleine kreisförmig umgrenzte Abflachung des Ektoderms auftritt, sich aber dann zu einer Grube ausbildet, die von Bury praeoral pit benannt und in ihrer Bedeutung richtig erkannt wurde. Nach Barrois soll sie erst später, unmittelbar vor dem Ausschlüpfen der Larve, entstehen. Dieses Organ wurde zuerst von Busch (91) als provisorischer Larvenmund beschrieben, dann von Thomson als pseudoproct bezeichnet.

Die Wandung des Embryos setzt sich aus langen Prismenzellen zusammen. In den Regionen der Wimperreifen findet eine lebhafte Kerntheilung statt. Einen besonderen Bau zeigt nach Seeliger die Scheitelgrube, da das Ektoderm in dieser flachen Grube verdickt und mehrschichtig ist. Diese Zellen treten später zur Bildung des Wimperschopfes der freischwimmenden Larve zusammen. Ein Theil derselben bildet sich nicht zu Geisselzellen aus, sondern löst sich aus dem epithelialen Verbande und rückt in die Tiefe, was auch in der weiteren Umgebung stattfindet. Zwischen Ektoderm und Grenzmembran fanden

zuerst Bury, dann Seeliger Fibrillen, die sie als Nervenfasern ansprechen; die in die Tiefe gerückten Zellen werden von Seeliger als Ganglienzellen gedeutet. Dieses embryonale Nervensystem ist später über das Vorderende und die Ventralseite des Embryos ausgebreitet.

2. Die innere Organisation. Die beiden Cölomsäcke *cl, cr*, die symmetrisch rechts und links liegen, vergrössern sich unter gleichzeitiger Lageveränderung; der rechte hat sich dorsalwärts ausgebreitet und bedeckt nach vorn den Darm, während der linke sich an die dorsale Wand des Hydrocöls *h* anlegt und mit seiner Dorsalkante an den rechten stösst und hier eine Art Mesenterium bildet (Fig. 5, Taf. IX).

Eine weitere Umbildung zeigt die Mesentero-Hydrocölblase, die sich nunmehr in zwei Abschnitte getrennt hat, in die Wassergefässblase mit dem Peritonealcanal, von Barrois als canal du sable bezeichnet, der sich später von ihr als ein röhrenförmiges Gebilde abschnürt, und die Darmanlage; die Wassergefässblase ist, wie Goette bereits angab, ventral gelagert.

Der definitive Darm wird in seiner Entstehung von den verschiedenen Beobachtern verschieden geschildert. Nach Seeliger entwickelt er sich aus den beiden medianen, dorsal und ventral verlaufenden Hörnern der vorderen Blase und deren centralem Abschnitte selbst, soweit er nicht zur Wassergefässblase mit dem Parietalcanal geworden ist. Sobald der Verbindungsgang zwischen den beiden Cölomsäcken verschwunden ist, vereinigen sich die beiden verticalen Entodermfortsätze in ihrem vorderen und hinteren Abschnitte. Der Darm verläuft nicht genau parallel zur Hauptaxe, da sein Vorderende nach links, sein Hinterende etwas nach rechts verschoben ist.

Fassen wir zusammen, so ergiebt sich mit Ausserachtlassung aller Einzelheiten folgendes: Am abgeschnürten Urdarm lassen sich zwei Theilstücke unterscheiden, ein hinteres und ein vorderes. Das hintere (die Cölomblase), dem Blastoporus nahe liegende, zerfällt in rechte und linke Cölomblase, das vordere, das als Mesentero-Hydröcöl bezeichnet wurde, in Darm und primäre Hydrocölblase, die zum definitiven Wassergefässsystem und dem Parietalcanal wird.

6. Die Bildung des Kalkskeletts.

Die Kalkkörper entstehen an der Larve vor dem Ausschlüpfen aus dem Follikel. Die Reihenfolge, in der sie sich bilden, gelang Seeliger nicht festzustellen. Der in Fig. 7 abgebildete Embryo ist ungefähr ein Drittel Millimeter lang und 100 Stunden alt. Er zeigt in der Ansicht von links bereits die 5 Oralia, 5 Basalia, 3—5 Subbasalia im Kelche und ungefähr 11 Kalkstücke im späteren Stielabschnitt angelegt. Das linke Basale b_1 liegt weiter nach vorn als das rechte b_5, ebenso liegt das linke Orale o_1 vor dem Orale o_5, wie Bury und Seeliger überein-

stimmend angeben. Oralia wie Basalia liegen annähernd gleichweit voneinander entfernt, die Basalia mehr dorsalwärts verschoben wie die Oralia gleicher Ordnung, wie Goette fand und Seeliger bestätigte. Basalia wie Oralia liegen in Form eines ventral geöffneten Hufeisens um die Hauptaxe des Embryos herum angeordnet. Sie werden aber nach Seeliger in ihrer Lage und Ausdehnung durch den Verlauf des Darmes und der Cölomsäcke bestimmt, wie Goette und Bury angeben.

Die Bildung der Kalktafeln erfolgt durch die Mesenchymzellen; erst später wachsen die Kalknadeln in die Oberhaut hinein (Goette). Die Kalkgebilde sind Gitterplatten mit netzförmigem Gefüge. Fig. 12, Taf. VIII zeigt die verschiedenen Kalkstücke in ihrem Wachsthum. Durch Wachsthum der Enden der Nadeln, Gabelung der freien Spitzen und Verwachsung entstehen die gitter- oder siebförmigen Platten.

Die Subbasalia oder Infrabasalia entstehen nach Bury in der Dreizahl, während Seeliger die Fünfzahl für normal hält. Sie liegen in Form eines Hufeisens, das ventral offen ist und sich nur über die dorsale Hälfte des Embryos erstreckt.

Die Kalkstücke des späteren Stieles, 11—13 an der Zahl, sind einreihig in einem schwach gekrümmten Bogen angeordnet, dessen Concavseite gegen die Bauchfläche gerichtet ist. Das vorderste Endglied der Reihe, die Fussplatte, liegt der Basis der Vestibulareinstülpung nahe, das hinterste innerhalb des Kreises der Subbasalia, ein wenig dorsal verschoben. Die Gestalt der einzelnen Stielplatten ist sehr verschieden, wie die Fig. 12, Taf. VIII, *D*, *E*, *F*, und Fig. 9, Taf. IX zeigen. Sie sind sichelförmig gebaut; die concave Seite ist der Bauchfläche, die convexe der Rückenfläche des Embryos zugewandt (Bury). Die terminale Fussplatte (Fig. 9, Taf. IX) ist die umfangreichste und nach Seeliger wohl zuerst aufgetreten.

II. Die freischwimmende Larve.

1. Die äussere Gestalt.

Der Embryo sprengt, fünf Tage alt, den Eifollikel, indem er sich mittels der Wimperstreifen von der Pinnula entfernt und nunmehr frei umherschwimmt. Die Zeitdauer dieses Stadiums scheint sehr zu variiren. Nach Thomson kann die Larve mehrere Tage umherschwimmen, ehe sie sich festsetzt, nach Bury beträgt diese Lebensweise nur ungefähr einen Tag, während Seeliger beobachtete, dass einzelne schon nach wenigen Stunden, andere erst nach Tagen ihr freies Leben aufgaben.

Die erste freischwimmende Larve fand Busch (91). Er beschreibt die sich um ihre Längsaxe drehend bewegende Larve, welche er bei Kirkwall auf den Orkneys fand, mit ihren vier Wimperstreifen und einem länglich ovalen Loch, der Investibulareinstülpung. Eine Figur ergänzt die kurze Beschreibung.

Thomson (473) verdanken wir eine genaue Schilderung ihres Baues, insbesondere des Kalkskeletts. Metschnikoff (346) gab eine Darstellung des inneren Baues der Larve.

Perrier, Barrois, Goette, Bury, Seeliger und Russo untersuchten ihren Bau und die Umbildungen besonders der inneren Organisation. In der folgenden Darstellung soll die genaueste und letzte der Embryologien von *Antedon*, die von Seeliger, zugrunde gelegt werden.

Die junge Larve ist im Beginn des Schwärmstadiums nach Thomson 1,5 mm lang und wächst bis 2 mm heran, ehe sie sich festsetzt. Nach Seeliger ist sie im Anfang 0,4 mm gross; sie wächst nur dann, wenn sie mehrere Tage schwärmt. Die Larve schwimmt mit dem vorderen Pol, der den Wimperschopf trägt, voran, gelegentlich rotirt sie um ihre Längsaxe. Die Gestalt der Larve ist bohnenförmig, da die Ventralseite besonders im vorderen Abschnitt tief eingesenkt ist. Die fünf Wimperreifen sind von den sehr verbreiterten Zwischenzonen vollständig scharf abgesetzt. Ueber der vertieften Scheitelgrube ragt der Wimperschopf hervor (Fig. 8, Taf. IX). Die Festheftungsgrube ist stark vertieft und hebt sich von der Nachbarregion scharf ab.

Die fünf Wimperbogen oder -reifen sind in ihrem Verlaufe aus Fig. 8, Taf. IX zu erkennen. Der vorderste Wimperreifen wird durch die Festheftungsgrube unterbrochen, wie Fig. 11, Taf. IX zeigt.

Im Bereiche der Wimperbogen ist das Ektoderm stark verdickt und springt mit convex gekrümmter Fläche vor; es setzt sich aus langgestreckten Zellen zusammen, die auf einem senkrecht zur Oberfläche gestreiften cuticulaähnlichen Randsaume Wimpern tragen, welche in den äusseren Zellkörper eingesenkt sind (Seeliger).

Die Haut, Ektoderm. In den durch die Wimperbogen begrenzten Zwischenzonen treten zwischen den Ektodermzellen verschiedene Gebilde auf; so erwähnt Thomson gelbe Oelbläschen, Goette, Bury und Seeliger Einschlüsse, die letzterer als Drüsensecret deutet, das oft die ganze Zelle erfüllen kann, die dann als gelbe Zelle (Bury) hervortritt. Während des freien Stadiums und im Beginn der Festsetzung geht eine Veränderung in der Hautschicht vor sich. Zunächst wird an der Oberfläche der Zwischenzonen eine feine cuticulare Membran abgesondert, und zwischen den einzelnen Zellen tritt eine glashelle Zwischensubstanz auf, wie Fig. 10, Taf. IX erkennen lässt.

Die Scheitelgrube und das Larvennervensystem. Die Entstehung der Nervenfasern und Ganglienzellen, wie sie Seeliger beobachtete, ist bereits oben gegeben worden. Er verfolgte die Nervenschicht bis an den zweiten Wimperbogen, einzelne Faserstränge bis in den hintersten Wimperbogen. Auffallend constant fand Seeliger zwei Nervenstränge, welche von der centralen Faserplatte unterhalb der Festheftungsgrube entspringen und auf der Bauchseite der Larve rechts und links in den durch die Vestibulareinstülpung gebildeten Winkeln verlaufen.

In dem Epithel der Scheitelgrube unterscheidet Seeliger verschiedene cylindrische Zellarten; erstens Zellen mit keulenförmig angeschwollenem oder abgestutztem Ende als Stützzellen, zweitens solche mit einem Fortsatz, der sich zwischen die Ganglienzellen hinein erstreckt, Sinneszellen. Ob beide Zellarten lange Geisseln tragen, lässt Seeliger unbestimmt.

Die Festheftungsgrube und die Vestibulareinstülpung. Nach Seeliger zeigen die anfangs prismatischen, später stäbchenförmigen Zellen der Grube eine feine Wimperung. Vor und während der Festsetzung schwinden die Wimpern, und die Zellen scheiden eine zunächst dünne Schicht Secret ab, das zur Befestigung dient.

Die Vestibulareinstülpung, *v* in Fig. 11, Taf. IX, an der schwimmenden Larve ist in ihrer Ausdehnung in dieser Figur deutlich zu erkennen. Sie erstreckt sich über den grössten Theil der Bauchfläche. Die stäbchenförmigen Zellen tragen lange Wimpern.

Sobald die Larve sich festsetzt, oder falls sie länger als 24 Stunden schwärmt, noch während dieses Zustandes, schliessen sich am hinteren Ende die genäherten Ränder der Vestibulareinstülpung, indem sie sich in der Medianebene dicht aneinander legen und verwachsen. Der Verschluss vollzieht sich von hinten nach vorn, bis endlich die Einstülpung zu einem Sacke geworden ist, wie das zuerst Barrois beobachtet hat.

2. Die innere Organisation.

Der Darmcanal. Ueber den Darmcanal ist wenig zu sagen. Er stellt einen blind geschlossenen Sack dar, der von den beiden Cölomtaschen und der Wassergefässanlage umgeben wird. Er nimmt allmählich eine mehr kugelige Gestalt an. Später bildet sich eine kleine Ausstülpung ziemlich in der Mitte der Bauchwand, die gegen das Ektoderm gerichtet ist. Ihr wächst eine Ektodermeinstülpung von der Basis der Vestibulareinstülpung aus entgegen. Die Verschmelzung beider Ausstülpungen erfolgt erst, nachdem sich die Larve festgesetzt hat.

Das Cölom, die Leibeshöhle. Die Lageveränderung der beiden Cölomtaschen, die bereits oben erwähnt wurde, ist weiter vorgeschritten, so dass die rechte Tasche die Rückenseite der Darmanlage vollständig umwachsen hat und im vorderen Theile sich auch ein wenig auf dessen linke Seite hinübergeschlagen hat. Auf der Vorderseite des Darmes wächst sie nach der Bauchseite hin und von den Seiten nach vorn in zwei voneinander getrennten Divertikeln oder Taschen vor, die sich nahe der Medianebene über dem Darm berühren und eine Art Mesenterium, das Mesenterium verticale des rechten Cöloms, bilden (Fig. 2, Taf. X). Die linke Cölomtasche hingegen ist von links her über die ganze verbreiterte Hinterseite des Darmcanales und der Wassergefässanlage gewachsen und erstreckt sich sogar auf deren rechte Seite, indem sie von hinten nach vorn wächst.

Diese complicirten Verhältnisse lassen sich an den beiden Figuren 2 und 3 auf Taf. X am besten verfolgen.

Das gekammerte Organ. Aus fünf röhrenförmigen Ausstülpungen der rechten Cölomtasche, und zwar aus der Vorderwand der beiden Divertikel, als auch dorsal unmittelbar an der Gabelungsstelle, entspringen die Anlagen des gekammerten Organes, wie zuerst Bury fand und Seeliger bestätigte. Die fünf Röhren liegen um die Hauptaxe des Embryos und durchsetzen sämmtliche Kalkplatten des Stieles bis zur Fussplatte. Nach Bury sind die fünf Theile des gekammerten Organes von Anfang an gleich weit voneinander entfernt und in Form eines fünfseitigen Prismas angeordnet, so dass sie bereits genau so liegen, wie in den späteren Stadien. Nach Goette's Darstellung sollte sich nur ein einzelner Fortsatz in den späteren Stiel erstrecken.

Das Hydrocöl, die Wassergefässanlage, besteht, wie oben geschildert wurde, aus einer Blase, die sich von dem Parietalcanal abgeschnürt hat und anfangs ventral vom Darme liegt. Allmählich nimmt die in dorso-ventraler Richtung abgeflachte Blase eine hufeisenförmige Gestalt an, wie Barrois zuerst schilderte, indem sie von links und hinten her eine tiefe Einschnürung erhält und über den Darmsack zu liegen kommt. Die Oeffnung des Hufeisens ist anfangs nach hinten und links, später nach links, und endlich nach links und vorn gerichtet. Die Schenkel des Hufeisens vergrössern sich. Bevor sie sich aber berühren, sieht man fünf nach der Bauchseite zu gerichtete buckelförmige Aussackungen, die ersten fünf Tentakelgefässe, sich erheben, welche die Anlagen darstellen, aus denen später je drei Tentakelgefässe entspringen. Schon in frühen Stadien ist an der Hydrocölblase ein Fortsatz zu erkennen, der dorsalwärts nach links zu verläuft und während der freischwimmenden Larvenperiode in diesem Stadium verharrt. Es ist die Anlage des Steincanales.

Der Parietalcanal durchläuft bis zur Festsetzung der Larve starke Veränderungen. Nachdem er von der Hydrocölblase abgeschnürt ist, stellt er nach Barrois einen quer verlaufenden wulstförmigen Körper, nach Seeliger eine Röhre dar, deren linkes Ende nach hinten und links dem Hydrocöl und Darm anliegt und alsbald durch einen Porus vor dem vierten Wimperbogen sich nach aussen zu öffnet. Nach Barrois und Bury erfolgt die Bildung des Porus erst zur Zeit der Festsetzung der Larve. Der Porus liegt links unweit der Medianebene nach Seeliger. Letzterer beschreibt einen vorderen Fortsatz des Parietalcanales, den er bei allen Larven fand und, welcher sich nach vorn erstreckt bis vor den zweiten Wimperbogen unter der Festheftungsgrube. Die Zellen, welche den Parietalcanal auskleiden, sind einschichtig und cubisch oder etwas abgeplattet.

III. Die Festsetzung der Larve und ihre Umbildung zur gestielten festsitzenden Form.

Nachdem die Larve wenige Stunden, seltener zwei bis drei Tage, frei umhergeschwommen ist, setzt sie sich an irgend einem Gegenstand, sei es ein Stein, eine Pflanze, vermittelst der Festheftungsgrube fest. Die junge Larve liegt mit ihrer ganzen Ventralfläche ihrer Unterlage auf. In diesem Stadium ist die Gliederung in Stiel und Kelch nicht ausgebildet, die Wimperung, die anfangs noch vorhanden war, bildet sich bald zurück. Allmählich streckt sich die Larve; ihr Vorderende, mit dem sie sich festsetzt, verbreitert sich zu einer runden Scheibe, die bei *Antedon Sarsii* fingerförmige Fortsätze trägt, die zur Befestigung dienen (Sars, 441). Während bald Stiel und Kelch durch das Längenwachsthum hervortreten, bildet sich der fünfstrahlige Bau im Gegensatz zur Bilateralität der freischwimmenden Larve im Kelche aus.

Die erste Schilderung der Festsetzung der Larve und die ersten vorzüglichen Abbildungen verdanken wir W. Thomson (473), der eingehend die äusseren Formveränderungen feststellte. Ihm schlossen sich an Metschnikoff (346), Greeff (220), Perrier (404), Barrois (21, 23), Bury (89) und Seeliger (450), durch dessen Abhandlung die vielen strittigen Angaben der früheren Forscher eine Klärung fanden. In neuester Zeit sind die Arbeiten Russo's*) zu nennen.

1. Die Veränderungen der äusseren Gestalt.

Die Wimperstreifen verschwinden nach der Festsetzung, nur ausnahmsweise tritt die Rückbildung bereits früher ein. Das Ektoderm setzt sich nach Seeliger aus langen, spindligen Zellen zusammen, zwischen denen pyramidenförmige mit stark verbreiterter, nach aussen oder innen gekehrter Basis oder fast kugelige liegen (Fig. 10, Taf. IX). Andere liegen subepithelial. Eine deutliche Grenze zwischen Ektoderm und dem Mesenchym, der Bindesubstanz, ist bald nicht mehr zu erkennen, was sich durch die fortdauernde Ausscheidung von Zwischensubstanz seitens der Ektodermzellen erklärt, wie Perrier, Bury und Seeliger fanden; der Wimperschopf schwindet, und nach Seeliger sind die Nervenfasern und Ganglienzellen der Scheitelgrube nicht mehr auffindbar: diese selbst ist verstrichen. Die Festheftungsgrube hat sich rasch zu einem scheibenförmigen Gebilde umgewandelt, das durch ein klebriges Secret der Drüsenzellen die Festheftung bewirkt.

2. Das Vestibulum.

Auf Seite 1520 wurde die Vestibulareinstülpung geschildert, wie ihre Ränder miteinander verschmolzen waren, bis auf eine Oeffnung. Diese

*) Russo, Atti Accad. Gioenia Sc. Nat. Catania Vol. 15. 1902.

schliesst sich normalerweise sehr bald nach der Festsetzung vom Hautepithel ab, wie zuerst Barrois beobachtet hat. Der vollständig abgeschnürte Vestibularsack macht nun eine Lageveränderung durch. Ursprünglich auf der Ventralseite gelegen, rückt er auf die Hinterseite hinüber, welche frei hervorragt. Der Vestibularsack breitet sich, nachdem er sich in den Kelchabschnitt hineingezogen hat, über den grössten Theil des Hinterendes aus, um die Tentakelausstülpungen des Wassergefässes zu überwachsen, indem seine Ränder sich nach vorn zu umschlagen. Eine centrale, den Wassergefässring durchsetzende trichterförmige Ausstülpung hat sich bedeutend vergrössert, indem sie bis vor das Hydrocöl nach vorn zu gewachsen ist, in demselben Masse vorschreitend, wie auf der Ventralseite das Vestibularende sich nach hinten zurückgezogen hat. So ist auch die Verwachsungsstelle mit dem Darme ventralwärts nach vorn gerückt und zum vollständigen Durchbruch gelangt, wobei der vorderste Theil der durch den Hydrocölring hindurchtretenden Vestibularausstülpung zum Oesophagus geworden ist, der sich durch den Zapfenfortsatz des Darmes, der ihm entgegengewachsen ist, mit dem Magen verbindet (Seeliger). Die Verbindung des Vestibulums mit dem Darm durch den Oesophagus erfolgt auf der linken Seite ventral, zwischen den Radien I und V; der Oesophagus erstreckt sich weit nach vorn und verschiebt den Eingang in den entodermalen Verdauungscanal (Magendarm) dorthin (Seeliger). Jetzt nimmt das Vestibulum mehr und mehr an Umfang zu; seine äussere Wand von becherförmiger Gestalt besitzt eine fünfeckige, das Hinterende einnehmende Grundfläche, während der vordere Rand noch sehr stark abgerundete Ecken zeigt. Weitere Veränderungen stehen mit dem Hydrocöl in Verbindung, welches, wie wir sehen werden, dieselbe Drehung und Verschiebung wie das Vestibulum erlitten hat. Die fünf buckelförmigen Ausstülpungen, Primärtentakel, haben sich in je drei Tentakel getheilt, die zu cylindrischen Fortsätzen herangewachsen sind und von der Vestibularbasis einen ektodermalen Ueberzug erhalten.

3. Der Darmcanal.

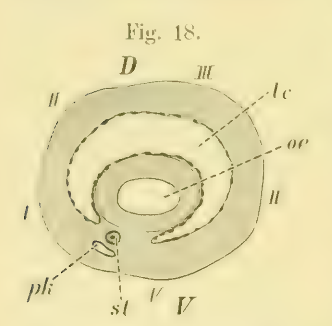
Der Darm stellt nach der Festsetzung eine Blase dar, die gegen das Hydrocöl etwas abgeflacht und an einer Stelle mit dem Vestibulum verwachsen ist. Bereits an freischwimmenden Larven kann man beobachten, wie Entodermzellen aus der Wandung austreten und in das Darmlumen gelangen, das sie allmählich ausfüllen. Sie vermehren sich dabei schnell und werden als Nährmaterial verwendet und vollständig resorbirt. Diese Zellmasse beobachtete Goette zuerst, ihre Herkunft stellten Bury und Seeliger fest.

Während die Darmanlage in der ersten Zeit der Festsetzung eine kugelige Blase darstellt, sondert sie sich alsbald in zwei Abschnitte: einen kleinen, engen Theil, der sich an den grösseren (Magendarm) hornförmig ansetzt, die rechte Seite einnimmt und rechts ventral, zwischen den Radien IV und V mit seinem blinden Ende abschliesst (Enddarm).

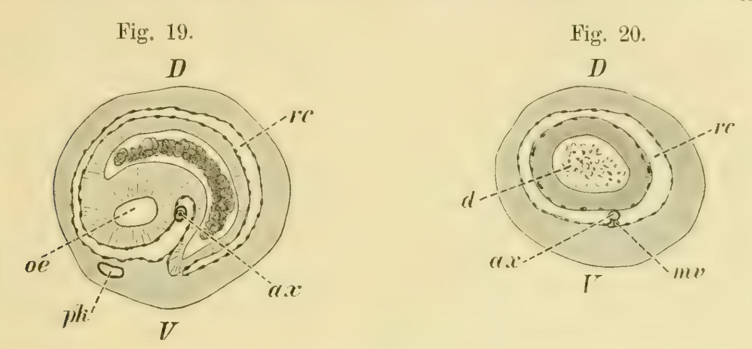
4. Das Cölom mit Axialorgan und gekammertem Organ.

Die beiden Cölomtaschen machen eine Lageveränderung durch, die ihren Grund in der Lageänderung des Vestibulums hat. Die Drehung des beide Cölomtaschen trennenden Mesenteriums erfolgt in demselben Sinne, wie die des Vestibularbodens, so dass es aus der verticalen Richtung in eine horizontale, zur Hauptaxe ziemlich genau senkrechte übergeht (Seeliger). Die linke Cölomtasche kommt nach hinten zu liegen, bis sie den Oesophagus wie ein Diaphragma umgiebt und jederseits von oben nach unten umwachsen hat als orales Cölom. Auf der Ventralseite zeigt es jedoch einen Ausschnitt, ist das Hufeisen offen, und an dieser Stelle kommt es zur Bildung eines kurzen, longitudinalen Nebenmesenteriums. Die Wandung des oralen Cöloms besteht aus abgeplatteten Zellen. Die beifolgende Figur zeigt nach Seeliger in halbschematischer Weise den Verlauf des oralen Cöloms in einem Querschnitt durch den Kelchabschnitt einer festgesetzten Larve. Mit *lc* ist das linke, orale Cölom, mit *oe* der Oesophagus, *st* Steincanal, *pk* Parietalcanal bezeichnet. *D* bedeutet dorsal, *V* ventral, I—V die fünf Radien. Sehr verwickelt sind die Veränderungen der rechten Cölomtasche. Sie kommt endlich aboral zu liegen und wird vom oralen Cölom durch ein horizontales Mesenterium getrennt, wie Goette zuerst beobachtete und Barrois und Seeliger bestätigten. Nach Seeliger's Darstellung sind die Lageveränderung und die Umbildungen des rechten Cöloms weit complicirter als die früheren Autoren angaben. Die rechte Cölomtasche dehnt sich nach der Bauchseite aus. Nach vorn zu ist sie auf der rechten Seite bis fast zur Medianebene vorgedrungen und auf der linken nur durch einen Ast des Parietalcanales von derselben getrennt. Sobald das Hydrocöl und das linke Cölom eine horizontale Stellung eingenommen haben und der Parietalcanal auf der Bauchseite nach hinten geschoben ist, breitet sich das rechte Cölom über die Ventralseite des Darmes aus, indem sich das Verticalmesenterium mehr nach hinten zu verlängert. Diejenige Stelle, wo das gekammerte Organ entspringt, bleibt am Vorderende liegen und schiebt sich nur ein wenig ventralwärts vor. Endlich hat sich das rechte Cölom über den Magen und den hinteren Darmabschnitt vollständig ausgebreitet und bedeckt den grössten Theil des Oesophagus. Die Form der Leibeshöhle wird im Einzelnen bestimmt durch die fortschreitende Entwickelung des Darmcanals, der, mit Ausnahme der hinteren Seite, an welcher das orale Cölom liegt, vom inneren rechten Cölomepithel ganz überzogen ist. Ist der Magen und Darm durch die oben geschilderte Innenmasse aufgetrieben, so ist äusseres und inneres Cölomblatt fest aneinander gepresst und die Leibeshöhle selbst geschwunden, besonders auf der

Fig. 18.



Rückenseite; stets persistirt aber ein umfangreicher Raum zwischen Magen und Darmschenkel, wo der ursprünglich linke Zipfel des rechten Cöloms liegt. Dieses Stück wächst selbstständig nach hinten, so dass es wie ein allseitig geschlossener Blindsack erscheint. Beide Cölomtheile treten an einer Stelle zwischen Oesophagus, Magen und Mitteldarm miteinander in Verbindung, indem hier das horizontale Mesenterium schwindet, wie Bury zuerst beobachtete, und der rechte Ventralzipfel des oralen Cöloms in den linken des aboralen durchbricht. Die beifolgenden Querschnitte sollen den Verlauf des aboralen Cöloms und dessen Beziehung zum



Darme und Parietalcanal verdeutlichen. Fig. 19 ist ein Querschnitt durch die Region des aboralen Cöloms einer 108stündigen Larve; Fig. 20 ein Querschnitt durch das Vorderende des Darmes. *rc* rechtes Cölom, *mv* Verticalmesenterium des aboralen (rechten) Cöloms, *ax* Axialorgan, *pk* Parietalcanal, *oe* Oesophagus (nach Seeliger).

Die Entstehung des Axialorganes. Das Axialorgan (Perriers stolon génital) lässt sich in seinem ersten Auftreten bereits zu der Zeit feststellen, wo die Lageveränderungen des rechten Cöloms im Gange sind. Es entsteht an der Ventralseite des Darmes im Kelchtheil der Larve als eine Verdickung des visceralen Blattes des rechten Cöloms, wie Perrier feststellte. Seine Beobachtung wurde von den späteren Beobachtern bestätigt und weiter fortgeführt. Nach Seeliger bildet sich das Organ in folgender Weise: In 28stündigen Larven fand Seeliger am äussersten Vorderende des Verticalmesenteriums eine einfache Verdickung der linken Mesenterialwand unmittelbar hinter der Stelle, an welcher das gekammerte Organ austritt. Hier sind die Zellen besonders hoch. Durch Theilung dieser Zellen entsteht eine Gruppe von Zellen, die sich dann zwischen die Ursprungsstellen des gekammerten Organes vorschieben und das vorderste Ende des Axialorganes vorstellen. Die Anlage des Organes erstreckt sich in die Länge und tritt zwischen dem gekammerten Organ in den Stiel ein, während es sich nach vorn zu bis an die Kelchgrenze als ein Wulst verfolgen lässt. In einem späteren Stadium, nachdem die Cölomtaschen ihre Lageveränderungen vollendet haben, nimmt es die ganze Länge der Bauchseite der visceralen Wand der aboralen Cölomwand ein. Im vordersten Theile, dem gekammerten Organ nahe, ist es

ein solider Zellhaufen im Verticalmesenterium, während es nach hinten zu eine faltenförmige Verdickung der inneren, dem Darm anliegenden Wand vorstellt, wie Bury und Seeliger in übereinstimmender Weise beobachtet haben. Durch diese Forscher ist erwiesen, dass dieses Organ aus Cölomepithelzellen entsteht.

In den ältesten Larven dieses Stadiums sah Seeliger im aboralen Cölom bereits die Bildung von Trabekeln durch Zellen, welche sich senkrecht zur Wandung erhoben und in diese frei hervorragten.

Neuerdings hat Russo (Studii sugli Echinodermi, Catania 1902) die Entstehung des Axialorganes aus Peritonealzellen bestätigt

5. Hydrocöl.

Wie schon angedeutet wurde, dreht sich mit der Vestibularanlage auch der Hydrocölring mit seinen fünf Ausstülpungen um einen rechten Winkel, so dass er jetzt senkrecht zur Längsaxe zu liegen kommt und zwar unterhalb des Vestibulums. Nach Seeliger bleibt der Hydrocölring, selbst wenn er die horizontale Lage erreicht hat, zwischen Radius I und V unverschlossen. In diesem Stadium lassen sich bereits die das Lumen durchquerenden Zellen erkennen.

Die bereits oben geschilderten 15 ersten Tentakel wachsen beträchtlich, so dass sie in den Vestibularraum als Erhebungen hineinragen (Fig. 5, Taf. X). Die Tentakelzahl vermehrt sich um 10, die an der Basis der ursprünglichen Ausstülpungen entstehen. Sämmtliche röhrenförmige Tentakel sind von dem Ektoderm des Vestibulums überzogen.

Der Steincanal wurde in seiner Anlage als zipfelförmiger Fortsatz des rechten Endes des Hydrocölringes bereits beschrieben, der dorsalwärts nach links verläuft. Er bricht in dem Parietalcanal durch, diesen so mit dem Hydrocöl verbindend. Der Steincanal ist ein kurzer, schwach gekrümmter Canal, den Ludwig bei älteren Larven zuerst fand, während Perrier ihn als einen gekrümmten, soliden Zellstrang entstehen liess, der sich später aushöhlt. Perrier leugnete eine Verbindung des Steincanals mit dem Cölom im Gegensatz zu Ludwig. Durch Bury und Seeliger wurde die Entstehung des Steincanales nach allen Richtungen aufgehellt.

6. Der Parietalsinus.

Wie oben geschildert wurde, liegt der Parietalsinus zunächst in der jungen Larve dorsal vom Hydrocöl. Auch er ändert allmählich seine Lage und ist in der freischwimmenden Larve bereits mit seinem Hauptabschnitt ventral vor das Hydrocöl gerückt. In der gestielten Larve bleibt er auf der Ventralseite liegen, verschiebt sich nur nach hinten in dem gleichen Masse, in dem Hydrocöl und Vestibulum in den Hinterleib rücken und sich hier horizontal stellen. Es hat jetzt eine sackförmige Gestalt; sein Haupttheil, die Parietalhöhle, nähert sich der Höhe

des Porus. Der Endabschnitt des Parietalsinus, der in der schwimmenden Larve eine steil aufsteigende Röhre bildete, nähert sich einer horizontalen Lage, ohne sie ganz zu erreichen; er mündet durch den Hydroporus nach aussen, der ein wenig ventral vom Radius I liegt. Das Epithel des Parietalsinus setzt sich aus platten Zellen zusammen, die an einzelnen Stellen cubischen Zellen Platz machen.

Sobald der Steincanal in den Parietalsinus durchgebrochen ist, ist die Verbindung zwischen ihm und dem Hydrocöl hergestellt, wie vornehmlich durch Barrois bekannt geworden ist, während Perrier angab, dass das Hydrocöl sich direct nach aussen öffne durch den Hydrophorcanal (Steincanal). Durch Bury und besonders Seeliger wurden seine Angaben berichtigt.

7. Das Kalkskelett.

a. Das Skelett des Kelches. Auch die Kalkplatten machen eine Lageveränderung durch, wie wir durch die Untersuchungen W. Thomson's zuerst erfahren haben. Solange in der Larve die Vestibulareinstülpung besteht, sind die fünf Basalia und Oralia hufeisenförmig angeordnet. In Fig. 4, Taf. X, wo die Abschnürung des Vestibulums vollendet ist, liegt dicht unter dem Ektoderm der Bauchseite, zwischen diesem und dem Vestibulum, das erste und fünfte Orale und Basale. Nachdem das Vestibulum seinen endgültigen Platz im hinteren Körperende eingenommen hat, haben sich die Kalkplatten zu zwei geschlossenen Ringen angeordnet, welche zur Hauptaxe senkrecht stehen. Die Platten liegen genau übereinander in den fünf Interradialräumen, so dass die Radien zwischen je zwei Oralia und Basalia fallen. Die letzteren umgeben das aborale Cölom vollständig, die Oralia hingegen sind aus dem Bereiche des oralen Cöloms hinausgerückt, so dass dieses zwischen beiden Kalkplattenringen liegt. Sie bilden im Dach des Vestibulums eine Pyramide, deren abgestutzte Spitze das Centrum des Vestibulardaches ist, welches am hintersten Larvenende liegt. Auch die Basalia bilden eine Pyramide, deren abgestutzte Spitze am Vorderende des Kelches oder Anfang des Stieles liegt. Beide Kalkplattensysteme bilden eine an beiden Enden abgestutzte fünfseitige Doppelpyramide, wie Fig. 5, Taf. XI zeigt. Die Infrabasalia liegen im nächsten Umkreise des hintersten Stielgliedes in nicht ganz gleichmässigen Abständen voneinander (Fig. 6, Taf. X). Sie verschmelzen zum Centrodorsale, einer tassenförmigen Platte, deren Centrum eine Höhlung für den Durchtritt des gekammerten Organs bildet. Das letzte Stielglied wird nach Bury mit der Centrodorsalplatte verschmolzen. Goette hat zuerst die Bildung des Centrodorsale aus getrennten Kalkstücken beobachtet, nach Bury sollen normalerweise nur drei Infrabasalia vorhanden sein, was Seeliger bestritt, da er fünf Stücke als das normale Vorkommen fand, selten vier oder drei.

b. Das Skelett des Stieles. Seeliger fand an Larven mit geschlossenem Vestibulum, einschliesslich Fussplatte und das Stück für das Centrodorsale, bis 17 oder 18 Stielplatten, also weit mehr als Thomson angiebt. Die erwachsene gestielte Form besitzt nach diesem Forscher gegen 24 Stielglieder. Die neuen Glieder bilden sich durch Einschiebung neuer Stücke aboralwärts von dem in das Centrodorsale einbezogenen (Seeliger).

Das Bindegewebe und die Sacculi. Die erste Bildung der Sacculi geht nach Seeliger etwa 24—48 Stunden vor Oeffnung des Vestibulums vor sich. In der Larve entstehen zunächst fünf solcher Gebilde an der Aussenseite des Ringcanales, an der Basis des Mitteltentakelcanales einer jeden Gruppe, genau radial gelegen. Die erste Anlage eines Sacculus ist nach Seeliger ein kleiner Haufen von 8—12 Mesenchymzellen. Die Zahl der Zellen nimmt allmählich zu. Ursprünglich ein solider Zellhaufen, bildet sich ein Hohlraum in jedem Sacculus und eine einschichtige Wandung, sowie einzelne Innenzellen. Nach und nach werden die letzteren zahlreicher, und es entsteht ein wohl abgegrenzter Zellhaufen. In derselben Weise bilden sich diese Gebilde in regenerirenden Armspitzen. Nach Barrois sollen die Sacculi als blindsackartige Ausstülpungen der äusseren Wand des Wassergefässringes entstehen und sich später loslösen.

Das Mesenchym oder Bindegewebe besteht in der Larve aus verästelten oder spindligen Zellen und rundlich geformten Zellen. Nach Seeliger's Darstellung verbinden sich die unter dem Ektodermepithel gelegenen Mesenchymzellen unter mannigfachen Formveränderungen mit den Zellen des Epithels, so dass ein einheitliches Gewebe dargestellt wird. Im Mesenchym des Stieles erwähnt Seeliger Bindegewebsfibrillen.

IV. Die gestielte Larve nach Durchbruch des Vestibulums bis zur Entstehung der Arme.

Vom fünften Tage bis zur sechsten Woche macht die Larve Veränderungen durch, welche in der Ausprägung des fünfstrahligen Kelchabschnittes im Gegensatz zu dem in die Länge gewachsenen cylindrischen Stiel bestehen. Zunächst bricht das Vestibulum nach aussen durch, und in ihm erheben sich 25 in 5 Gruppen zu je 5 angeordnete Tentakel, welche die Mundöffnung umstehen, während sich die Arme erst später bilden. Die Länge der Larven beträgt am fünften Tage ungefähr 1,3 mm, nach fünf Wochen etwa 3,3 mm, wovon 2,5 mm auf den Stiel kommen (Seeliger).

Die erste Schilderung der Larve in diesem Entwickelungsstadium, sowie der einzelnen Umwandlungen gab Thompson (467—470). Anfangs hielt er die gestielte Larve für einen wirklichen *Pentacrinus*, die Blainville zu einer neuen Gattung *Phytocrinus* erhob, bis er später

(1836) den wahren Sachverhalt erkannte. Einen Beitrag zur Kenntniss besonders des Kalkskelettes gab Allman (11, 12), der das Larvenstadium mit 25 Tentakeln besonders untersuchte, so dass Carpenter dieses als Allman-stage bezeichnete. Erst Wyv. Thomson (473) verdanken wir die Schilderung des Larvenbaues und des Kalkskelettes. Durch W. B. Carpenter (155, 157) wurde die Entwickelung des Kalkskelettes bis ins Einzelne in mustergültiger Weise verfolgt. Durch M. Sars (441) wurde das *Pentacrinus*-Stadium einer zweiten Art, *Antedon sarsii*, aufgefunden, welches nur geringe Abweichungen von *A. rosacea* zeigt.

Die Kenntniss des inneren Baues, der Weichtheile, zu vermehren, blieb den späteren Forschern vorbehalten. Durch Greeff (220), Carpenter (155), Ludwig (316) wurden Einzelheiten bekannt. Erst durch Perrier (404, 405) erfuhr dieses Stadium eine genaue Untersuchung. Ihm folgten Barrois, Bury und vor allem Seeliger (450), welcher in seiner abschliessenden kritischen Arbeit dieses Stadium besonders ausführlich untersuchte. Ueber die Entstehung einzelner Organsysteme handeln die Abhandlungen von Russo (436—438).

1. Der Durchbruch des Vestibulums und der Bau der Haut (Ektoderm).

Nachdem die äussere Decke des Vestibulums, das Vestibulardach, nach und nach dünner geworden ist, senkt sie sich in der Mitte trichterförmig ein und erhält hier ein Loch, das sich rasch zu einer länglichrunden Oeffnung umbildet, so dass die längsten Tentakel durch sie hindurchtreten können (Fig. 1, Taf. XI). Alsbald erstrecken sich von dieser Oeffnung fünf radiär verlaufende Einschnitte zwischen die vergrösserten Oralplatten und theilen das Vestibulardach in fünf Lappen. Indem diese fünf Einschnitte bis in die Nähe des Hydrocölrings vordringen, werden die fünf Lappen zu den dreikantigen, durch die Oralia gestützten Mundecken, die bald nach innen geschlagen werden können, um das Vestibulum mit den Tentakeln zu bedecken, bald nach aussen sich ausbreiten können, so dass der Kelch scheibenförmige Gestalt annimmt. Die Bewegung der Mundlappen geschieht nach Seeliger allein durch die besondere Art der Muskelanordnung im Ringcanal und in den Tentakeln. Das Ektoderm zeigt die Vereinigung mit dem Mesenchym noch mehr ausgeprägt. Hervorzuheben ist das Vorkommen gelber Zellen (Bury, Seeliger), welche besonders in der äusseren Leibeswand und vereinzelt auch im Tentakelektoderm auftreten und als Bindegewebszellen gedeutet werden. Das Vorhandensein von Muskelfasern an der Aussenseite der Mundlappen, wie es Perrier beschrieben hat, leugnet Seeliger.

Das Vestibulum wird aussen anfangs von einem Plattenepithel überzogen, welches die Innenflächen der Mundecken begrenzt, sich aber bald in eine kernlose Grenzmembran umwandelt (Seeliger). Ebenso ist die Innenseite der Mundlappen von einem deutlichen Plattenepithel

überzogen, das sich in die Aussenwand der Tentakel fortsetzt und zwischen diesen in den Boden des Vestibulums.

Die Mundscheibe. Die Basalwand des Vestibulums, die Mundscheibe, wird nach Oeffnung des Kelches dünner; am Rande ist nur noch ein Plattenepithel zu erkennen, während in der Nähe des Mundes die Zellen eine cylindrische Form annehmen und Wimpern tragen (Perrier, Bury, Seeliger). Es geht ohne deutliche Grenze in das Epithel des Schlundes über.

2. Das Nervensystem.

Längere Zeit nach dem Durchbruch des Vestibulums bildet sich das Nervensystem, welches zuerst Seeliger in seiner Entwickelung beobachtet hat. Die Angaben von Semon (Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 22. 1888) lassen sich mit den Thatsachen nicht in Einklang bringen, wie Seeliger gezeigt hat. Thatsächlich liegt das Nervensystem an einer ganz anderen Stelle, als Semon abbildet.

In den Larven der vierten Woche entsteht aus dem Ektoderm der ursprünglichen Vestibulareinstülpung an der Stelle, wo die Mundscheibe in das Tentakelepithel übergeht, dicht über dem Hydrocölring, das orale Nervensystem in Gestalt von concentrisch verlaufenden Nervenfibrillen, die von den Basaltheilen der Ektodermzellen gebildet werden. Seeliger nimmt an, dass sich die Nervenfibrillen an verschiedenen Stellen gleichzeitig bilden und erst secundär zur Bildung der Ringnerven zusammentreten. Aus dem Ektodermepithel treten Zellen als Ganglienzellen zwischen die Nervenfasern.

Die Entstehung des oralen in der Bindesubstanz liegenden und die des aboralen Nervensystems ist noch unbekannt. Im ausgebildeten, geschlechtsreifen Thier ist das epitheliale orale Nervensystem nur von untergeordneter Bedeutung seiner Masse nach, während es im Pentacrinoidstadium der Larve von grösserer Bedeutung zu sein scheint. Auch lässt sich am erwachsenen Thier ein Nervenring nicht nachweisen, wie oben gezeigt wurde.

3. Die Tentakel.

Die fünfzehn zuerst aufgetretenen Tentakel lassen sich von den zehn interradialen in Grösse und Bau unterscheiden. Die ersteren sind in ganzer Länge vollständig isolirt und hängen nur an der Basis miteinander zusammen. Von den interradialen Tentakeln hingegen hängen je zwei benachbarte miteinander durch eine ektodermale Falte zusammen, wodurch die selbstständige Beweglichkeit beeinträchtigt wird.

W. Thomson unterscheidet unter den in Gruppen zu je drei gestellten fünfzehn Tentakeln, extensile tentacles, die mittleren als azygous tentacles von den zehn kleineren, die er non extensile nennt.

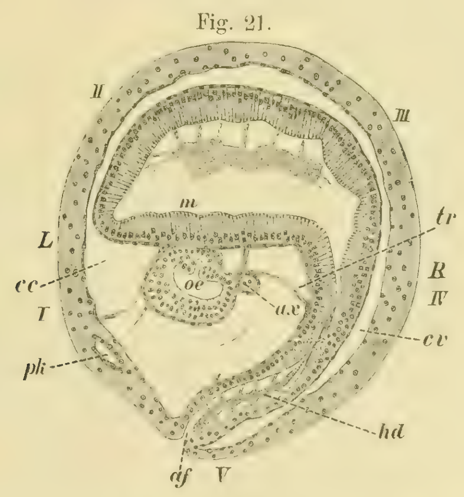
Im Ektoderm der fünfzehn Radialtentakel treten die Papillenanlagen auf als verdickte Stellen, an denen sich nach aussen ein hyaliner Zapfen erhebt. Die Papillen sind in vier Längslinien angeordnet. In den interradialen Tentakeln legen sich ebenfalls die Papillen an, die kleiner sind als die der grossen Tentakel.

4. Der Darmtractus.

Die Mundöffnung, deren Bildung bereits beschrieben wurde, liegt nicht genau in der Mitte der Mundscheibe, sondern in dem durch die Radien 1 und 5 begrenzten Interradialraum, näher dem Radius 1, also etwas excentrisch (Ludwig, Seeliger). Sie ist länglichrund, wie der Durchschnitt des Schlundes. Dieser ist sackförmig gestaltet. Sein Innenepithel trägt am freien Ende der stäbchenförmigen Zellen Wimpern. Der Magen ist ein umfangreicher, dickwandiger Sack, der sich vom Enddarm nicht scharf absetzt. Der Rest des embryonalen Zellenmaterials, das ihn noch erfüllt, wird bald aufgebraucht (Fig. 3, Taf. XI). Sein Innenepithel besteht aus prismatischen Zellen, welche die Kerne im basalen Theile tragen. Ein deutlicher Flimmerbesatz ist vorhanden (Carpenter, Ludwig, Seeliger).

Der Enddarm setzt sich mit breiter Basis auf der ursprünglich rechten Seite des Magens an diesen an, ohne dass eine scharfe Grenze erkenn-

Fig. 21.



bar wäre. Er verjüngt sich zu einer Röhre, die im Horizontalmesenterium verläuft, der Leibeswand genähert, und den Interradialraum IV—V in weitem Bogen durchzieht, um, die ursprüngliche Medianebene überschreitend, mehr oder minder nahe Radius V, jedoch stets im Interradialraume V—I, sich durch den After nach aussen zu öffnen (Seeliger). Ein Querschnitt durch den Kelch einer 9tägigen Larve zeigt diese Lageverhältnisse sehr instructiv (nach Seeliger). Mit *oe* ist der Oesophagus, mit *m* der Magen, *hd* der Enddarm, *af* der After, *ax* das Axialorgan bezeichnet. (*tr*, Band in der Leibeshöhle *c*.) Die Spirallinie, welche

der Darm bildet, verläuft, von der Mundseite aus betrachtet, im Sinne des Uhrzeigers. Der After, der mit dem Hydroporus in dem gleichen Interradius liegt, ist nach Perrier von langen Wimpern umsäumt. Bei seiner Bildung ist nur das Entoderm betheiligt; eine Einstülpung des Ektoderms erfolgt nicht, es bricht der Enddarm einfach nach aussen durch.

5. Die Leibeshöhle.

Die weitere Entwickelung der Leibeshöhle besteht darin, dass die Mesenterien sich auflösen und die ursprünglich getrennten Abschnitte ineinander fliessen und nicht mehr scharf voneinander zu unterscheiden sind, so dass das Cölom einen einheitlichen Raum darstellt. In unvollständig gesonderte Kammern wird die Leibeshöhle geschieden durch Reste des Verticalmesenteriums des unteren Cöloms und der Lamelle des Horizontalmesenteriums (Seeliger). Die oralen wie aboralen Cölomwände bestehen aus einem Plattenepithel, das theilweise mit der Leibeswand innig verwächst. Die Bänder, welche am erwachsenen Thiere die Leibeshöhle durchsetzen, beginnen sich jetzt zu bilden, indem einzelne Epithelzellen durch Auswachsen in die Leibeshöhle hinein und Anheften an der gegenüberliegenden Wand diese Stränge formiren.

a. Das gekammerte Organ. Aus dem rechten, später aboralen Cölomsack hat das gekammerte Organ in Gestalt von fünf ampullenförmigen Erweiterungen und fünf Fortsetzungen in den Stiel seinen Ursprung genommen. Diese letzteren sind Zellenstränge ohne Lumen, wobei die Zellen eine spindlige Form annehmen.

Die Höhlungen des gekammerten Organes sind jetzt für sich abgeschlossene Räume, die nunmehr in keinem Zusammenhang mit dem Cölom stehen, wie zuerst Perrier feststellte, der dieses Organ als einen allseitig geschlossenen Raum beschreibt, der sich nicht in die Leibeshöhle oder in das Axialorgan fortsetze.

b. Das Axialorgan erleidet wichtige Veränderungen. Es ist, im oralen Theile vom Visceralblatt losgelöst, ein Zellenstrang, der alsbald einen Hohlraum erhält, so dass er einer Röhre gleicht, deren Wand ein einschichtiges Epithel bildet. Die Zellen sind in lebhafter Theilung begriffen. Die Kerne der Zellen sind grösser als die der Cölomwandung, worauf besonders zu achten ist. Die das Axialorgan einschliessende Falte des Visceralblattes bildet ein mehr oder minder abgeplattetes Epithel, das im mittleren Abschnitt der Röhre eng anliegt. In den ältesten Larven fand Seeliger an der dem Darme zugekehrten Seite das Axialorgan von einer Anzahl parallel verlaufender Längsmuskelfibrillen begleitet, die von der Visceralblattfalte an der dem Axialorgane zugewandten Seite gebildet werden. Perrier glaubt, dass diese Fasern aus Mesenchymzellen entstehen sollten. Das Axialorgan dehnt sich nach der oralen Seite bis zur Mundscheibe aus, so dass es in den Bereich des oralen Cöloms hineingelangt ist (Fig. 21) und an der dem Enddarm zugekehrten Kante

des Oesophagus liegt. Es wird von einer Falte der Cölomwand umgeben, die im äusseren Theile weniger eng anschliesst, so dass das Axialorgan von einer Höhle umgeben wird, die von der Leibeshöhle abgeschlossen ist. Dieser Hohlraum endet unterhalb der Mundscheibe, an deren Innenwand die das Organ umschliessende Cölomwandfalte sich mit trichterförmiger Verbreiterung anlegt (Fig. 3, Taf. XI). Nach dem aboralen Ende tritt das Axialorgan in das Verticalmesenterium des aboralen Cöloms über, durchsetzt den centralen Raum, welchen das gekammerte Organ umschliesst, und verliert sich zwischen den strangförmigen Fortsetzungen des letzteren. Soweit die Darstellung nach Seeliger.

Nach Perrier's Beobachtungen entsteht das Organ, das er stolon génital nennt, als eine Verdickung des splanchnischen Blattes der Leibeshöhle. Es wächst später zu einem traubenförmigen Gebilde aus und erhält einen Hohlraum. Das Organ selbst ist von einer kernhaltigen Hüllmembran umschlossen. Es reicht bis in die Nähe des Mundes, wo es mit einer hakenförmigen Umbiegung endet. In dieser liegen nach Perrier Zellen mit Kern und Kernkörperchen, welche jungen Eichen ähneln. Während aber Perrier diese Keimzellen tragenden Gebilde als zum Axialorgan gehörig betrachtet, widersprechen dem Vogt und Yung, denen die Perrier'schen Präparate zur Verfügung standen. Sie sahen, dass das Keimzellen tragende Gebilde von dem Axialorgan durch einen gefässartigen Canal getrennt war, der keine besonders differenzirten Zellen aufzuweisen hatte. In dem Masse nun, wie die junge *Comatula* ihre Arme entwickelt, wachsen von dem Keimzellengebilde Knospen in die Arme, um sich in zehn Zweige zu theilen. Der gefässartige Canal theilt sich in Gefässe, die sich von den Gefässen des „Schwammgewebes“ nicht unterscheiden lassen. Gegen die Deutung des Axialorganes als eines stolon génital, eines sterilen centralen Individuums, während die Arme die geschlechtsreifen Individuen seien, sprechen sich Vogt und Yung aus.

Nach den Untersuchungen von Russo*) soll die Entstehung des Organes in folgender Weise vor sich gehen. In der Nähe des gekammerten Organes entsteht aus sich lebhaft vermehrenden Zellen das Axialorgan, l'organo assile. Dasselbe tritt in Verbindung mit einem Zellhaufen, der gesondert entsteht und im Folgenden besprochen werden soll.

c. Das Geschlechtsorgan. Die Entstehung des Geschlechtsorganes, wie sie Perrier geschildert hat, würde mit der des Axialorganes zusammenfallen. In durchaus abweichender Weise will Russo die selbstständige Entstehung der Geschlechtsorgane beobachtet haben. In der Nähe des Oesophagus, in der Mitte des Interradius, in dem nach Seeliger das Ende des Axialorganes liegt, bildet sich aus Cölomzellen des Mesenteriums ein Zellenhaufen, dessen Zellen sich durch ihre grossen Kerne auszeichnen. Diesen Zellenhaufen betrachtet Russo als die erste

*) Russo, Studii su gli Echinodermi Atti Accad. Gioenia Sc. Nat. Vol. 15. 1902.

Anlage der Gonade, welche sich aber später zurückbildete. Weiter sah er nach der Entstehung des Axialorganes eine neue Gruppe von Cölomzellen sich bilden, und zwar in Verbindung mit dem Oesophagus. Diese Zellgruppe hat die Gestalt einer Gemme, die im weiteren Wachsthum mit dem Axialorgan in Verbindung tritt und eine Reihe von hohlen Genitalsträngen rings um den Oesophagus bildet. Von diesen Strängen gehen Zellstränge aus, welche miteinander anastomosiren und gleichsam ein Geflecht bilden. Sobald die Arme entstehen, treten Aeste dieser Genitalstränge, die oberflächlich von Blutlacunen begleitet werden, in die Arme hinein.

Vergleicht man diese Darstellung mit jener von Perrier, so ergiebt sich, dass Russo eine getrennte Anlage des Geschlechtsorganes und des Axialorganes annimmt, während Perrier nur eine Anlage beobachtete, die er stolon génital nannte, und die das Axialorgan nebst der Gonade einschliesst. Bei beiden Forschern bilden sich Auswüchse von dem Ende der Anlage; es ist also eine wichtige Uebereinstimmung im Hauptpunkte erzielt, unter Berücksichtigung der Beobachtungen von Vogt und Yung.

6. Das Hydrocöl, das Wassergefässsystem.

Der Wassergefässring schliesst sich in diesem Stadium, indem die beiden blinden Enden im Interradius I—V verwachsen und die Scheidewand durchbricht. Nach Perrier und Seeliger unterscheidet man am Wassergefässring vier Seiten: eine innere, gegen das Peristom gekehrte, die gegenüberliegende äussere, der die Sacculi anliegen, eine orale, von der sich die quer verlaufenden Muskelfasern erheben, und eine aborale, welche sich dem Parietalblatt des oralen Cöloms anschmiegt. Seine Wand wird von einem einschichtigen flachen Epithel gebildet, das nur in einer unter dem Nervenring verlaufenden Zone etwas verdickt erscheint. Hier entstehen frühzeitig Ringfibrillen, welche den ganzen Wassergefässring umkreisen. Sie sollen nach Seeliger quergestreift sein (Seeliger). Zuerst beobachtete diese Ringmusculatur Perrier.

Der Steincanal entsprang, wie wir sahen, aus dem blinden Ende des Hydrocöls, verläuft im Verticalmesenterium des oralen Cöloms, um an der Grenze desselben gegen das Horizontalmesenterium in den Parietalcanal zu münden. Er besteht aus einer Schicht prismatischer Wimperzellen. Im letzten Stadium der festsitzenden Larve bilden sich in den übrigen Interradien je ein Steincanal als Ausstülpungen des Wassergefässringes, die in die Leibeshöhle wachsen und sich in diese öffnen. Zugleich entstehen ihnen entsprechend Kelchporen als ektodermale Einstülpungen. Die frei werdende Larve besitzt fünf Steincanäle und ebensoviel Kelchporen.

Die Tentakel sind in fünf Gruppen zu je fünf angeordnet, wie wir oben schilderten, fünfzehn grosse und zehn kleine. In den fünfzehn grossen Tentakeln ist allmählich die Spaltung bis zum Hydrocölring vorgedrungen.

Die fünf primären Tentakelwurzeln, aus deren jeder sich eine Tentakelgruppe erhoben hatte, sind vollständig geschwunden, und jeder Tentakel entspringt jetzt direct aus dem Wassergefässringe. Die Wände der Tentakel sind nach Seeliger innen von einem flachen Epithel ausgekleidet, das an seiner Aussenseite parallel verlaufende Längsfibrillen ausgeschieden hat, die quergestreift sind. Die Fibrillen der dünnen Aussenwand setzen sich mit feinsten Fortsätzen auf die Aussenwand des Ringcanales fort. In den Interradialtentakeln findet sich der gleiche Bau. Die Ansicht Perrier's, dass die Muskelfasern aus Mesenchymzellen entständen, weist Seeliger zurück, ebenso die Angabe Perrier's, dass sich in den distalen Tentakelabschnitten besondere Ringfibrillen fänden.

7. Der Parietalcanal.

Der Parietalcanal zeigt keine wesentlichen Veränderungen, nur sind die beiden Abschnitte voneinander deutlicher geschieden. Es tritt der innere Abschnitt, die Parietalhöhle, als bläschenförmiges Gebilde gegen den röhrenförmigen Endabschnitt, der durch den Porus nach aussen mündet, deutlich hervor. In den erweiterten Theil tritt der Steincanal ein. Die Wandung der Parietalhöhle besteht anfangs noch aus einem Plattenepithel, das aber bald mit den Geweben der Leibeswand verschmilzt, so dass die Parietalhöle als besonderer Hohlraum nicht mehr existirt und der Porus nunmehr direct in die Leibeshöhle einmündet (Bury, Seeliger).

8. Das Mesenchym.

Die Sacculi, die in der Fünfzahl entstanden waren, haben sich bedeutend vergössert und stellen kugelige oder eiförmige Körper dar, die an den jungen Larven die Cuticula buckelförmig hervorwölben. Man kann eine epitheliale Aussenschicht von einer Innenmasse unterscheiden. Erstere stellt alsbald ein membranartiges Plattenepithel mit abgeflachten Kernen dar (Perrier, Seeliger), das die Innenmasse umschliesst, die aus farblosen (Thomson, Carpenter, Bury) Zellen besteht, welche durch Theilung aus den bereits geschilderten Zellen im ersten Stadium hervorgegangen sind. Diese Zellen gruppiren sich zu Haufen und Trauben, die von besonderen Membranen nach Perrier und Bury umschlossen sind.

Die Function der Sacculi ist bereits im anatomischen Theil kurz berührt worden. Hier sei nachgetragen, dass sich auch Seeliger für die Ansicht ausgesprochen hat, die den Sacculis eine secretorische Bedeutung zuschreibt, indem ihr Secret zur Zeit der Geschlechtsreife beim Weibchen die aus den Pinnulis ausgetretenen Eier festklebe. Der Schleim, welcher sich an der Oberfläche von *Antedon* findet, soll aus diesen Sacculis herrühren (Bury), nicht aber aus Schleimdrüsen des Ambulacralepithels (Cuénot). In der That fand der englische Forscher zwischen den

einzelnen Zellballen Schleim, der, in das Wasser entleert, es trübte. Auch Ludwig war für diese Ansicht eingetreten und glaubte, die Farbenvarietäten der alten *Antedon* auf Entleerungen aus den Sacculis zurückführen zu können.

V. Das Pentacrinus-Stadium.

Zur Zeit des Durchbruches des Vestibulums besitzt die gestielte Larve je fünf interradial gelegene Oralia und Basalia, die übereinander liegen: erstere gehören der oralen (ambulacralen), letztere der aboralen Seite an. Die Centrodorsalplatte liegt an der Uebergangsstelle des Kelches zum Stiel. Sie besitzt einen centralen Kreisausschnitt für das gekammerte Organ. Nach Bury ist der den Ausschnitt begrenzende Theil der Platte aus dem obersten Stielgliede hervorgegangen, der periphere Theil hingegen aus den drei ursprünglich getrennt angelegten Subbasalien. Letztere liegen radial in den Radien II, III und IV. Wenn nach Seeliger sich vier Subbasalia bilden, so liegen diese in bilateral-symmetrischer Anordnung in Form eines Rechteckes, zwei Stücke median, je eines dorsal und ventral vom gekammerten Organ, die beiden anderen rechts und links von diesem. Nach der Verschmelzung zum Centrodorsale ist dieses pentagonal gestaltet, mit radial gestellten Ecken (Bury).

Bevor die Arme entstehen, bilden sich die fünf Radialia im Kelche. Sie liegen genau an den Stellen, wo die Armanlagen entspringen, in den Winkeln, welche von je zwei Basalien und zwei Oralien begrenzt werden, also alternirend mit letzteren. Ihre Lage geht aus Fig. 5, Taf. XI deutlich hervor. Sie dienen später, nachdem sie bedeutend gewachsen sind, den Armen als Stütze, auf deren Apicalseite sie liegen (W. B. Carpenter). Der Zwischenraum, welcher zwischen der Oralpyramide und den Basalia besteht, nimmt mehr und mehr zu, so dass die breite Mundscheibe oder Kelchdecke sich bildet, deren Seiten von den Radialia gebildet werden, während in der Mitte die fünf Mundlappen mit ihren Oralplatten liegen. Die Oralia, die somit durch die wachsenden Radialia auf die Mundseite gedrängt wurden, werden nach Carpenter später vollständig rückgebildet — erhalten bleiben sie nur bei wenigen Arten, wie *Rhizocrinus lofotensis* (nach Sars und Ludwig) und bei *Hyocrinus*. Hand in Hand mit den Oralplatten bilden sich auch die fünf interradial gelegenen Lappen, in denen eben die Oralplatten liegen, zurück (Dach des Vestibulums).

Die Afteröffnung, die auf der Ventralseite der Larve entstanden war, macht eine Lageveränderung durch, indem sie auf die Kelchdecke zu liegen kommt. Sie wird von einer Analplatte umwachsen, die zwischen Oralia und Radialia liegt, sich später aber rückbildet. Weiter umwächst die Centrodorsalplatte die Basalplatten und die unteren Radialplatten. Die ersteren sind zu der sogenannten Rosette (W. B. Carpenter), einem

unpaaren Kalkstück verwachsen, das tief ins Innere des Kelches zu liegen gekommen ist. Bevor sich aber diese Bildungen vollziehen, sind die Arme entstanden.

Die Arme entstehen als fünf zapfenförmige Vorsprünge an der oralen Fläche in den Radien. Die Enden der Arme spalten sich in zwei Aeste. Die fünf mittleren (primären) radiären Tentakel der fünf Tentakelgruppen werden von den Armanlagen umwachsen und werden so zu den Radiärgefässen oder Ambulacralgefässen des Armes; sie gabeln sich mit den Armen. Die Tentakel gehen aus ihnen durch seitliche Sprossung hervor. Während des Wachsens der Armanlagen bilden sich zwei hintereinander liegende dorsale Skelettstücke, die zweiten und dritten Radialia (1. und 2. Costalia), letztere an der Gabelungsstelle der Arme (axillare). An letzteres schliessen sich die Anlagen neuer Skeletttheile an, die Brachialia = Distichalia, die sich dem weiteren Wachsthum der Arme entsprechend vermehren. Die ersten Pinnulae entstehen nach W. B. Carpenter, sobald 12 Armglieder entstanden sind. Da sich die Arme regelmässig gabeln, entstehen die Pinnulae alternirend durch Spaltung, indem der eine Ast des Armgliedes zur Verlängerung des Armes dient, der andere sich zur Pinnula ausbildet, wie Carpenter zeigte und Perrier später bestätigte.

Nach etwa fünf bis sechs Monaten Entwickelungszeit löst sich der Kelch von *Antedon rosacea* sammt den Armen vom Stamm, im Wasser frei schwimmend. Jetzt vollziehen sich die bereits geschilderten Umbildungen der Oralia und der Centrodorsalplatte. Bei *Antedon Sarsii* dauert das *Pentacrinus*-Stadium länger, so dass nach Sars der Stiel aus etwa 40—50 Stielgliedern besteht. Dann vollziehen sich alle Umbildungen während dieses Stadiums.

Die Rückenranken oder Cirren entstehen in der Fünfzahl zur Zeit der Rückbildung des Stieles. Von der Centrodorsalplatte aus entwickeln sich als Ausstülpungen des gekammerten Organes die Cirren, die mit dem Kelche in Verbindung bleiben. Die ersten fünf Ranken stehen nach W. B. Carpenter in gleicher Entfernung, die später entstehenden sind unregelmässig angeordnet. Bei der Loslösung bleiben einzelne Stielglieder in Verbindung mit dem Kelche und gehen eine Verschmelzung miteinander und mit der Centrodorsalplatte ein. Sie tragen sämmtlich zahlreiche Cirren.

VI. Brutpflege.

Brutpflege bei Crinoideen ist bisher in zwei Fällen beobachtet worden. Bei *Antedon rosacea* sahen wir, dass die Eier aus dem Innern der Pinnulae auf deren Oberfläche gelangten, hier hängen blieben und ihre Entwickelung durchmachten.*)

*) Vergl. die Zusammenstellung von Ludwig: Brutpflege bei Echinodermen. Zool. Jahrb. Suppl. 7, 1904. Festschrift z. 70. Geburtstag von August Weismann, S. 683—699.

K. A. Andersson (12a) beobachtete einen Fall von Brutpflege bei *Antedon hirsuta* Carp. auf der schwedischen antarctischen Expedition, südlich von den Falkland-Inseln auf der Burdwood-Bank. Einige von den Cirren dieser Crinoidenart waren aufgerichtet, und auf mehreren von diesen sassen zahlreiche Junge in mehr oder weniger vorgeschrittenen gestielten Stadien. Die Eier wurden innerhalb der Pinnulae befruchtet und entwickelten sich in einem Brutraum neben dem Ovarium. Hier durchliefen die Jungen ihre embryonale Entwickelung und traten dann durch eine kleine Oeffnung nach aussen, wonach sie sich an die aufgerichteten Cirren befestigten.

VII. Selbstverstümmelung (Autotomie) und Regeneration.

Wie die Seesterne und Ophiuren sind die Crinoideen wahre Meister in der Kunst der Selbstverstümmelung. Der grösste Theil der Beobachtungen bezieht sich auf *Antedon rosacea*. Untersucht man die eben frisch aus dem Meere gefischten Thiere, so wird man kaum eins finden, das vollständig intacte Arme besässe. Ganz geringfügige Insulte reichen hin, um die Ablösung einzelner Armstücke oder ganzer Arme herbeizuführen. Taucht man eine *Antedon* in Seewasser von 36,5—38° C., so zerfällt sie vollständig in viele kleine Stücke. Bei electrischer Tetanisirung unter Wasser werden die Arme abgeworfen, einer nach dem anderen, nur einer soll dem Reiz widerstehen, bis auch er besonders gereizt wird. Bei electrischer Reizung liegt nach Preyer die Bruchstelle stets centropolar, das heisst dicht an der intrapolaren Strecke, meist etwas oberhalb derselben. Die abgelösten Stücke und das Centrum leben weiter, mindestens einen Tag, wenn das Wasser nicht gewechselt wird, sie bewegen sich lebhaft, rollen und strecken sich auf mechanische Reize (Druck), wie das Preyer, dem diese und die folgenden Angaben entnommen wurden, schildert.

Nach electrischer Reizung brechen die bereits isolirten Radien ebenfalls entzwei, aber nicht so schnell und leicht wie am ganzen Thier.

Durch photische Reize gelingt es nach Perrier (395) ebenfalls, *Antedon* zum Abwerfen der Arme zu bringen. Lässt man starke Sonnenstrahlen auf eine *Antedon* fallen, so rollt sie zunächst die Arme ein, um sie wieder auszustrecken und einen Arm nach dem anderen zu verlieren und zu sterben. Derselbe Vorgang lässt sich an erkrankten Thieren feststellen.

Die Selbstverstümmelung ist nicht auf die Arme beschränkt; auch die übrigen Körperanhänge können abbrechen, nur der Inhalt des Kelches soll nie geopfert werden, wie Dendy (177) beobachtete. Hingegen berichtet Riggenbach, dass Exemplare von *Antedon*, die des weichen Kelchinhaltes vollständig beraubt sind, nicht nur weiter leben, wie unverletzte Thiere, sondern auch die Weichtheile regeneriren und wie unverletzte Thiere autotomiren.

Riggenbach*) betrachtet die Autotomie als eine werthvolle Anpassungseigenschaft, da leicht einzusehen sei, dass das Thier durch seinen stark ästigen Bau zahlreichen Fährlichkeiten ausgesetzt sei. „Wenn aber die Zerklüftung so weit geht, dass sie sich aller Arme bemächtigt, so ist natürlich von einem Vortheil nicht mehr die Rede. Die Radien können auf die Dauer nicht entbehrt werden, da sie den Erwerb der Nahrung vermitteln. Es ist daher die armlose *Antedon* dem Hungertode preisgegeben. In den natürlichen Bedingungen wird jedoch die Selbstverstümmelung wohl nie so weit getrieben.“

Danielssen hat für *Bathycrinus Carpenteri*, die er oft ohne Kelch dredschte, angenommen, dass diese Art die Arme periodisch verliere, sobald sie reife Geschlechtsproducte enthielten. Ein neuer Kranz von Armen solle sich an ihrer Stelle bilden. Nach Riggenbach wohnt auch *Antedon phalangium* ein hohes Selbstverstümmelungsvermögen inne.

Das Vermögen, verloren gegangene Körpertheile von neuem zu bilden, ist bei den Crinoideen in ausgezeichnetem Masse vorhanden. *Antedon* regenerirt Arme und Fiederchen nach Perrier (395) ebensoleicht, wie die abgerissene Scheibe und Eingeweide (Dendy, 177). In 8—10 Wochen sind die Arme vollkommen ergänzt. Die Arme hingegen, welche abgetrennt worden sind, gehen bald zugrunde.

Przibram (420) hat in Neapel die Regenerationsfähigkeit von *Antedon rosacea* nach allen Richtungen untersucht und merkwürdige Fälle von gelungenen Transplantationen beschrieben, die im Folgenden kurz geschildert werden sollen. *Antedon rosacea* ist imstande, ein ausgeschnittenes Fünftel, umfassend ein Armpaar, das zugehörige Scheibenstück und Theile der Centralkapsel und Basaltheilchen, zu regeneriren. Vollständig halbirte Exemplare regeneriren die fehlenden zwei Armpaare und den Einzelarm. Ein Fünftel von *Antedon* ist imstande, wenigstens noch ein Armpaar zu regeneriren; die basalen Tentakel gehen währenddessen zugrunde. Die Scheibe kann vor diesen Operationen leicht entfernt werden, ohne dass die Regeneration verhindert würde, und wird selbst stets regenerirt. Der Kelchboden kann nach Entfernung der Scheibe vollständig ausgekratzt werden, ohne dass die Regeneration der Scheibe verhindert würde. Schneidet man sämmtliche Armpaare, bis auf eines, knapp am Grunde ab, so werden dieselben zugleich mit der Scheibe, die bereits nach Amputation von zwei Armpaaren abgeworfen wird, regenerirt. Schneidet man sämmtliche Armpaare ab, so dass nur die Centralkapsel mit dem kleinen Tentakelkranz übrig bleibt, so geht dieselbe zugrunde, ohne zu regeneriren. Die Armpaare können hingegen wenigstens noch ein Armpaar rudimentär regeneriren, doch ist es fraglich, ob nicht ein kleines Kelchstückchen nothwendig ist. Einzelne Arme regeneriren nichts.

*) Riggenbach, Die Selbstverstümmelung der Thiere. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Hrsg. v. Merkel und Bonnet. Bd. 12, 1902, Wiesbaden 1903, p. 782—903.

ebensowenig einzelne Kelchstücke. Schneidet man den basalen Tentakelkranz total ab, so wird derselbe, wenigstens in der Zeit der übrigen Regenerationen, nicht regenerirt. Schneidet man den basalen Tentakelkranz sammt dem basalen Theile der Centralkapsel ab, so wird zwar die offene Wunde überhäutet, aber weiter, wenigstens in der Zeit der übrigen Regenerationen, nichts regenerirt. Wird zugleich die Scheibe abgelöst, so regenerirt dieselbe regelmässig. Wurde die Centralkapsel basal mit dem basalen Tentakelkranze entfernt und durch Durchbohrung des Kelchbodens das Centralnervensystem vollständig zerstört, so wurde nicht nur nichts regenerirt, sondern das Thier ging auch nach kurzer Zeit zugrunde, obwohl die noch bleibenden Theile, getrennt, die Fähigkeit zur Regeneration besassen. Wurde nach Entfernung der Scheibe nur ein Schnitt zur Centralkapsel geführt und das Centralnervensystem zerstört, so verhielt es sich ebenso.

Eine regenerative Thätigkeit losgelöster und isolirt gehaltener Scheiben oder Scheibenhälften konnte Przibram nicht beobachten. Um aber festzustellen, ob der Scheibe überhaupt regenerative Potenzen abgehen, schnitt Przibram die Afterröhre ab, während die Scheibe in ihrer natürlichen Lage auf dem Kelche angewachsen gelassen wurde; weiter löste er die Scheibe mehr oder weniger von der Unterlage ab und beobachtete, ob sie wenigstens wieder anwachsen würde. Seine Resultate waren folgende: Die Regeneration der abgeschnittenen Afterröhre ging regelmässig vor sich, und das Functioniren des neuen Afters konnte nach einem Monate beobachtet werden. Regenerative Potenzen gehen also der Scheibe nicht ganz ab, und ihre Unfähigkeit, losgelöst zu bestehen oder zu regeneriren, dürfte dem Fehlen ausreichender ektodermaler Theile, und namentlich solcher des Nervensystems, zuzuschreiben sein. Die Scheibe, zur Hälfte abgelöst, wuchs wieder vollständig am Kelche an. Um die Rückkehr in die frühere Lage sofort nach der Operation zu verhindern, wandte Przibram verschiedene Mittel an, nämlich a) Abschnitt der losgelösten Hälfte, b) Entfernung der Kelchauskleidung unter der abgelösten Hälfte, c) Unterschiebung eines gummirten Papierstreifens unter die abgelöste Hälfte, d) Unterschiebung der normalerweise die Scheibe von oben haltenden Basalcirren der Arme unter die fast ganz abgelöste Scheibe. In den beiden letzten Fällen (c und d) wurde die Scheibe abgeworfen, in den beiden ersten (a und b) wuchs sie wieder vollständig an, und zwar waren die Radien nicht immer mehr nach den Armen orientirt, so dass anzunehmen ist, dass die Scheiben selbst hierbei eine gewisse regenerative Thätigkeit entfaltet haben.

An Transplantationen führte Przibram folgende aus. Er vertauschte die Scheiben von zwei verschiedenfarbigen Exemplaren, indem er sie rasch abhob. Sofort schliessen die Thiere die Cirren über der neuen Scheibe und halten sie auf diese Weise an den Kelch angepresst, so dass deren Verlorengehen erschwert wird. In einer Woche war die Verwachsung sicher. Nach 20 Tagen wurde je eine Armspitze

jedem Thiere abgeschnitten, um zu sehen, ob ein Einfluss der transplantirten Scheibe, welche die Verdauungsorgane enthält, auf die Farben des Regenerates wahrnehmbar sein würde, was aber nicht der Fall war. Es war so gelungen, ein gelbes Exemplar mit einer rothen, ein gelbes Exemplar mit einer orangefarbenen, ein braunes Exemplar mit einer orangefarbenen und ein orangefarbenes Exemplar mit einer braunen Scheibe zu erhalten.

D. Biologie.

1. Vorkommen, Lebensweise, Bewegung.

Die Crinoideen leben gesellig: stets trifft man sie in grossen Mengen zusammenlebend. In der Bucht von Muggia bei Triest lebt *Antedon rosacea*, den Boden des Meeres in Tausenden von Exemplaren bedeckend. In ähnlicher Menge trifft man sie im Golfe von Neapel an. Nach Carpenter sind es besonders die küstenbewohnenden Formen, die bis 50 Faden vorkommen. In den britischen Meeren bewohnen die *Antedon* die Laminarien- und Corallinen-, nicht aber die Küstenregion, und zwar die erstere in allen Altersstufen, die tiefere Corallinenregion nur im ausgebildeten Zustande. Zehntausend Exemplare von *Antedon dentata* wurden von den Angestellten der United S. Fish Commission in der Nähe der Küste von Neu-England mit einem einzigen Zuge gedredscht. Die „Porcupine" fing *Antedon phalangium* in Unmengen in einer Tiefe von 50—100 Faden in der Nähe von Tunis, während der „Challenger" fand, dass *Antedon carinata* an den Küsten von Bahia sehr zahlreich vertreten war. Zahlreiche Beispiele von *Actinometra yukesi* und *Actinometra strota* wurden beim Cap York gedredscht, und grosse Mengen beider Genera sind in dem seichten Wasser rund um die Philippinen durch Semper, Meyer und den „Challenger" gefunden worden.

In grösseren Tiefen ist die Zahl der Individuen, die zusammenleben, kleiner. In Tiefen von 500 Faden fand der „Challenger" zwölf und sieben Arten von *Antedon* und vier und sechs Arten von *Pentacrinus*. *Pentacrinus Wyv. Thomsoni* wurde in einer Tiefe von 1095 Faden im Jahre 1870 an der Küste von Portugal in wenigen Exemplaren gefunden. Der „Talisman" brachte aus 1480 Meter Tiefe (800 Faden) einige 30 Stück *Pentacrinus* aus derselben Gegend zu Tage.

Die Bourgueticriniden leben ebenfalls, wie die Pentacriniden, in grosser Menge zusammen. Sars und Verrill trafen *Rhizocrinus* in vielen Exemplaren; Agassiz giebt an, dass in der Nähe von Sand Kay ganze Wälder dieser Thiere den Meeresboden bedeckten, wie aus der Unzahl von Resten im Dredschnetz hervorging. *Bathycrinus aldrichianus* fand der „Challenger" ebenso zahlreich in der Südsee vertreten. Aus alledem geht hervor, dass die Crinoideen der Jetztzeit in ebenso zahlreichen

Devon und Carbon oft in einer staunenswerten Menge, Schichten bildend, aufbewahrt worden sind.

Die gestielten Crinoideen dürften sich nur in solchen grösseren Tiefen aufhalten, wo stürmische Bewegungen des Meeres, denen sie ziemlich viel Fläche darbieten, sie nicht mehr beschädigen, ihre schlanken Glieder nicht mehr zerreissen können, wenn sie auch imstande sind, sich durch Zusammenziehung der Arme und durch Einbiegung des Stieles stärkeren Einflüssen zu entziehen. Das Bedürfniss einer festen Unterlage verweist diese Thiere auf felsigen oder steinigen Seegrund. Das dürfte auch für viele Crinoideen der Vorzeit Geltung haben, wenn auch einzelne Formen in seichtem Wasser gelebt haben mögen, worauf ihr Vorkommen zusammen mit Riffkorallen zu deuten scheint. Mit Ausnahme der *Antedonidae* (= *Comatulidae*), die, wie wir sahen, in der Nähe der Küste leben, sind die übrigen recenten Gattungen Tiefseebewohner und uns in ihrer Anatomie und Biologie nur dürftig bekannt, weil sie meist nur in einzelnen wenigen Exemplaren erbeutet worden sind.

Die Art der Anheftung auf den Meeresgrund ist verschieden. Bei den Bourgueticriniden ist der Stamm mit einer sehr ausgebreiteten Wurzel von verschiedener Länge versehen, deren Verästelungen sich durch kalkartige Auswüchse an fremde Gegenstände anheften. Ebenso ist *Holopus* vollständig festgewachsen wie die genannte Familie. Die Pentacriniden zeigen verschiedene Arten der Befestigung. Einzelne bleiben ihr ganzes Leben lang befestigt, andere heften sich erst an, ähnlich den Comatuliden, vermittelst der Cirren. Einzelne Comatulae verlieren ihre Cirren, wenn sie alt werden. Die älteren fallen ab, ohne ersetzt zu werden, während ihre Ansätze verschwinden, bis von dem Centrodorsale nichts übrig bleibt, als eine flache Platte. Das ist der Fall bei *Actinometra iokesi, A. stellata* und der fossilen *A. lovéni*. Einzelne Exemplare von *Millericrinus pratti* zeigten denselben Vorgang. In Abwesenheit von gestielten Exemplaren könnte man sie für Comatuliden halten.

Von den freilebenden Formen ist *Antedon rosacea* am besten in seiner Lebensweise bekannt. Graeffe*) nennt diese Art den beweglichsten aller ausgewachsenen Echinodermen. Mit graciöser, peitschender Bewegung seiner gefiederten Arme schwimmt dieser Haarstern behende durch das Wasser, bis er an einem günstigen Standpunkt sich wieder mit seinen Cirren festklammert. Die Fortbewegung geschieht in der Weise, dass fünf Arme, ebensovielen Paaren angehörig, sich gleichzeitig senken, während die fünf anderen in Hebung begriffen sind, wodurch sich das Thier stossweise vorantreibt wie eine Meduse. Es ist dabei wohl

*) Ed. Graeffe, Uebers. d. Seethierfauna des Golfes von Triest. p. 5.

imstande, die Richtung seiner Voranbewegung durch die Neigung nach einer Seite hin zu bestimmen, wenn auch nicht einer auch nur mässigen Strömung entgegen durchzusetzen. Auch auf fester Unterlage vermögen die *Antedon* mit Hülfe dieser biegsamen Arme sich fortzubewegen und benützen sie, wenn sie auf den Bauch gelegt werden, sogleich, um sich wieder mit dem Munde nach oben in die allen festgewachsenen Crinoideen entsprechende Haltung, in der allein sie auch schwimmen, zurückzuversetzen. Die Arme werden als Schutz gegen äussere Gefahren benützt. Wird das Wasser, in dem man sie hält, erregt, so schlagen sie ihre Arme über der Ventralseite zusammen, während sie dieselben bei ruhigem Elemente ausbreiten. Dass auch die Stengel der festsitzenden Crinoideen sich willkürlich, wenn auch langsam, an solchen Bewegungen bis zur Faltung und Einrollung betheiligen können, lehrt die Betrachtung der gestielten *Antedon*-Larven und der fossilen Formen, wie *Cyathocrinus pinnatus* Gf. und anderer, die man in einem zur engsten Scheibenspirale zusammengewickelten Zustande gefunden hat.

Die Bewegung der Cirren ist im Gegensatz zu der lebhaften Bewegung der Arme langsamer (Cuénot*), Bosshard, 87). A. Agassiz hingegen beschreibt die Bewegung der Cirren von *Pentacrinus* folgendermassen: Sie bewegen sich rascher als die Arme und werden wie Haken gebraucht, um sich an benachbarten Gegenständen festzuhalten. Der Stamm selbst geht langsam von einer geraden Richtung über in eine gebogene oder selbst niederhängende Lage. Die ersten Angaben über die Cirren finden sich bei F. S. Leuckart (293). Er sagt, dass sie die Cirren wie Füsse gebrauchten. Sie befestigen sich damit, kriechen damit und mit Hilfe der grösseren Strahlen weiter. Nach C. F. Heusinger (246) können sie die Cirren zum Theil zwischen den Strahlen hindurch über die obere Fläche schlagen, und zwar zum Schutze. Preyer (417a) meint, dass sie zum Tasten und höchst wahrscheinlich zum Prüfen der Haftfläche dienen. Aus den Beobachtungen Preyer's über die Reflexbewegungen der Haarsterne sei nur angeführt, dass *Antedon* gegen die verschiedensten Reize höchst empfindlich ist und eine grosse Reflexerregbarkeit besitzt. Schon geringe Aenderungen der Existenzbedingungen dieser Thiere bringen sehr erhebliche Störungen mit sich. Denn eine Concentrationsabnahme und Temperaturzunahme des Meerwassers hat bald eine Farbstoffabgabe, Starre, Brüchigkeit, den Tod zur Folge. Eine Gesetzmässigkeit der Reflexbewegungen konnte Preyer nicht constatiren. Es liess sich nicht mit Sicherheit vorhersagen, wie das Thier bei der Reizung sich verhalten werde.

2. Nahrung.

Die Nahrung der Crinoideen ist sehr verschieden, gemäss der Natur des Meeresbodens, den sie bewohnen. Im Darmcanal trifft man Reste von

*) Cuénot, Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. Zool. expér. 1891.

Diatomeen zusammen mit Algen an. P. H. Carpenter nennt *Peridinium* (*Ceratium*) *tripos* Ehr. als ein Hauptnahrungsmittel des *Antedon* der schottischen Insel. Neben den Gehäusen von Entomostraceen und Larven grösserer Crustaceen wurden Reste von Radiolarien angetroffen. *Bathycrinus, Rhizocrinus* und *Pentacrinus*, Formen aus grösseren Tiefen, liessen die kieselhaltigen Schalen der Radiolarien in grosser Menge in ihrem Darm erkennen. Ebenso fanden sich Foraminiferen vor. *Globigerina*, *Biloculina* und andere Typen fand Carpenter in den Nahrungsfurchen, Armen und Pinnulae. Die Nahrung gelangt zunächst durch Berührung in die Nahrungsfurchen oder Ambulacralfurchen der Arme und wird nun mit Hülfe der Flimmerbewegung der die Furchen auskleidenden Zellen (siehe oben Haut) durch die Wasserströmung längs der Furchen bis zum Mund getrieben. Hierbei werden wohl auch die Tentakeln mit in Thätigkeit treten, und zwar besonders bei grösseren Tieren, wie Krebslarven u. s. w. Bereits von Dujardin (182) wurde von Flimmerhaaren gesprochen, während Edw. Forbes (201) diese leugnete.

3. Parasiten.

W. B. Carpenter (155) fand im Nahrungscanal von *Antedon rosacea* grosse Mengen eines Krebses mit seinen Eiern, von denen er annimmt, dass sie als Eier oder Larve eingedrungen sind und sich zu einem Parasiten hier entwickelten.

P. H. Carpenter traf im Analtubus von *Actinometra jukesi* und *A. strota* vom Cap York einen Isopoden (*Anilocra*), der nach seiner Annahme als Ei oder Larve durch die Mundöffnung in den Darmtractus gelangte und sich in der Afterröhre festsetzte. Eine zweite Form eines parasitischen Krebses fand Carpenter*) in der ventralen Scheibe encystirt, ohne aber eine Angabe über die Gattung machen zu können. Einen dritten Parasiten fand Carpenter in *A. parvicirra*; es war ein Wurm, über dessen näheren Bau er nichts aussagt.

Als äussere Parasiten hat man eine Anzahl von Thieren bezeichnet, welche regelmässig auf der Oberfläche einzelner Arten angetroffen werden. So fand v. Willemoes Suhm (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 26, 1876) auf einer *Comatula* auf dem Kelche aufsitzende Ophiuren, kleinere Aphroditaceen, Amphipoden, die sich in den Magensack eingebohrt hatten, und endlich einen *Alpheus*. Mit *Myzostomum* also fünf Parasiten, die die Färbung der *Comatula* nachahmten.

P. H. Carpenter erwähnt ebenfalls Ophiuren in den Cirren, Sertularien, Würmer und Korallen, welche auf dem Stamm festsassen. Verschiedene Arten von Cirripedien wurden zahlreich am Stamm und den Cirren von Pentacriniden gefunden. *Scalpellum album* ist auf Stamm und Cirren von zahlreichen Individuen von *Metacrinus*, *Scalpellum balanoides*

*) Challenger, Comatulae. p. 133.

und *Verruca nitida* auf *Pentacrinus* und *Metacrinus* von den Meangis Islands gemein. Eine kleine *Avicula* war auf einem Cirrus von *Metacrinus interruptus* durch Fäden befestigt. In *Stylina comatulicola* fand von Graff (213) eine neue Art parasitärer Schnecken. Dieses Thier war in der weichen Haut der Afterröhre oder der Pinnulae mit dem ganzen Rüssel eingebohrt. Nach seiner Entfernung blieb in der Haut ein tiefes Loch zurück. Das grösste Schalenexemplar mass 2 mm, das kleinste 1,3 mm. Die Schalen sind glashell, durchsichtig und liessen deutlich die sternförmig verästelten, orangerothen Pigmentzellen der Haut durchscheinen. Auf 175 *Antedon* von Neapel fing von Graff 8 Stück *Stylina*.

Stylifer, eine zweite Gattung, bohrt nach P. H. Carpenter ziemlich grosse Höhlen in den Kelch von *Rhizocrinus lofotensis*. Als wohl mehr zufällige Commensalen sind die Hydroidpolypen zu betrachten, die sich auf dem Stamm der Crinoideen festgesetzt haben. So erwähnt Pourtalès, dass einzelne Exemplare von *Rhizocrinus lofotensis* von einem Hydroidpolypen besetzt waren, während am Stamm von *Rhizocrinus rawsoni* kleine Rhizopoden gefunden wurden. P. H. Carpenter (Challenger-Crinoiden, p. 134) beschreibt *Truncatulina lobatula* auf den Cirren von Comatulae von der deutschen arctischen Expedition aus der Barents- und Kara-See. Gemein ist *Polytrema miniaceum* am Stamm und den Cirren der Pentacriniden aus einzelnen Fundorten (Station 192 und 214 der Challenger-Expedition).

Die gewöhnlichsten Parasiten sind aber die Myzostomidae, eine parasitische Wurmgruppe, die auf den Crinoideen wohnen und eigenthümliche Missbildungen hervorrufen können. Diese Myzostomiden sind meist kreisrunde Scheiben von 0,5 bis 1 cm Durchmesser, mit 5 Paar Fussstummeln und 4 Paar Saugnäpfen auf der Bauchseite. Durch die Untersuchungen von L. von Graff sind diese parasitären Thiere, die dieser Forscher mit den Tardigraden und einigen verwandten Gruppen zur Klasse der Stelechopoda oder Stummelfüsser vereinigt hat, in erschöpfender Weise bekannt geworden. Das grosse Material, welches der „Challenger" gesammelt hatte, ergab, dass die Myzostomiden nicht bloss Ektoparasiten sind, sondern dass sie auch als Entoparasiten in gestielten und ungestielten Crinoideen leben und dann höchst eigenthümliche Deformitäten hervorrufen.

P. H. Carpenter fand auf einem *Bathycrinus aldrichianus* fünf Exemplare, auf einem *Antedon* des Mittelmeeres sogar 27 Thiere! Sie sitzen am Stamm, dem Kelch und den Armen, bald auf der Ventral-, bald auf der Dorsalseite. Auf *Rhizocrinus* scheinen sie zu fehlen. Auf dieser Gattung lebt *Stylifer*. Auf *Hyocrinus*, *Bathycrinus* und einigen Comatulae fand sie Willemoes Suhm.

Von den 70 Arten der Myzostomiden bewegt sich die grösste Zahl frei, indem sie auf der Oberfläche der Crinoideen herumkriechen, wie *Myzostomum cirriferum* F. S. Leuck., während andere sich auf der

Mundscheibe festheften, wie *M. glabrum.* Beide genannte Arten leben auf *Antedon rosacea.*

Von grösstem Interesse sind diejenigen Arten, welche endoparasitisch in ungestielten und gestielten Crinoideen leben und von L. von Graff entdeckt wurden. Diese Formen sollen in Kürze im Folgenden nach L. von Graffs (213a, 214) Darstellung und Eintheilung geschildert werden.*)

Den Uebergang von den auf der Oberfläche ihres Wirthes frei herumlaufenden oder vermittelst der Hakenapparate ihrer Fussstummel festgehefteten und keine Deformitäten erzeugenden Ektoparasiten zu den Deformitäten bildenden Endoparasiten stellt dar:

1. das *Myzostoma asymmetricum* L. v. Graff. Es lebt auf *Pentacrinus alternicirrus* P. H. Carp., wo es sich an der Basis der Pinnulae festsetzt und einfache Verdickung und Verbreiterung derselben hervorruft, mit gleichzeitiger schwacher Anschwellung derjenigen Armglieder, an welchen die betreffenden Pinnulae ansitzen. In seiner Organisation unterscheidet sich dieses *Myzostoma* nicht wesentlich von den ektoparasitischen Species.

2. Andere Pinnuladeformitäten werden durch *Myz. willemoesii* an *Antedon basicurva* und *inaequalis* P. H. Carp. hervorgerufen. Die Pinnulae verbreitern sich hier sehr stark und rollen sich schneckenförmig zusammen, so dass dadurch eine centrale Höhle entsteht, die aber noch mit der Ambulacralfurche communicirt und je ein Parasitenpärchen beherbergt. Diese Art ist ebenso wie die weiter unten zu erwähnenden cysticolen *M. cysticolum*, *tenuispinum*, *inflator* und *murrayi* getrennten Geschlechts, mit grossen Weibchen und Zwergmännchen (Holzschnitt *D*).

3. Eine dritte Form von Pinnulamissbildung ist eine birnförmige Auftreibung der Pinnula, die eine weite, durch eine Membran in zwei Kammern geschiedene Höhlung umschliesst. In jeder Kammer liegt ein Individuum von *M. deformator*, welches, wie *M. pentacrini*, zwar zwitterig ist, aber durch bloss einseitige Entwickelung des männlichen Geschlechtsapparates von den typischen Myzostomen sich unterscheidet. Solche Cysten findet man auf *Pentacrinus alternicirrus* P. H. Carp. (Holzschn. *B*).

Eine zweite Gruppe von Deformitäten bilden die Anschwellungen der Arme, die entweder nach beiden Seiten allmählich verlaufen, oder scharf abgesetzte blasige Anschwellungen darstellen.

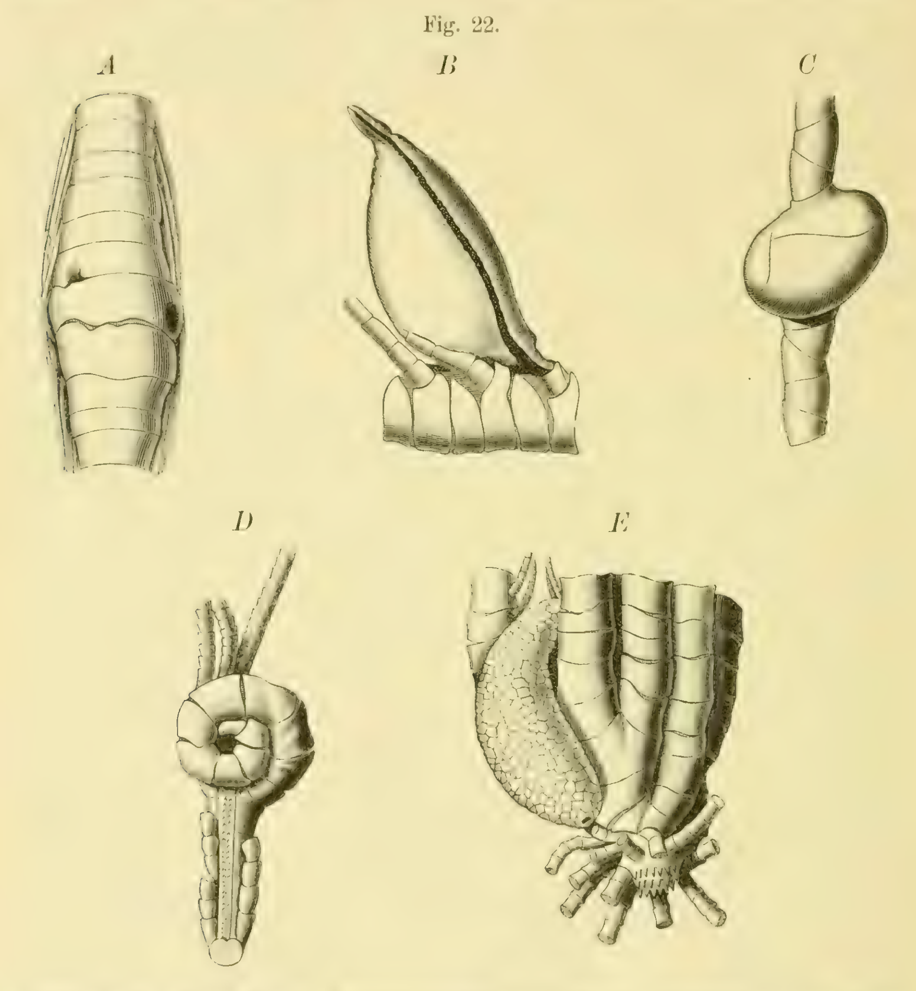
4. Allmählich verlaufende Armanschwellungen bildet an *P. alternicirrus* P. H. Carp, das *Myz. pentacrini* L. von Graff. Der Zusammenhang zwischen den daran betheiligten Armgliedern erscheint gelockert, und ein oder mehrere Spalten oder Löcher von unregelmässiger Form führen zu den im Inneren des Armes befindlichen Hohlräumen, die 1—3 Parasiten umschliessen. Diese Deformität ist sehr häufig, und ihre Form wechselt

*) Vergl. auch L. von Graff, Das Genus *Myzostoma.* Leipzig 1877. Fol. 11 Tafeln.

nach der Zahl der in Mitleidenschaft gezogenen (3—6) Armglieder (Holzschnitt *A*).

5. Noch häufiger sind die blasigen, nach beiden Seiten scharf abgesetzten Armauftreibungen, wie deren eine im Holzschnitt *C* von der Dorsalseite (auf der Ventralseite hat diese Cyste zwei Löcher) abgebildet ist, und wie man sie bei *Antedon inaequalis, angusticalyx, basicurva* und *incisa* P. H. Carp. antrifft. Von kleinen Schwellungen einzelner Arm-

Fig. 22.



glieder mit einem feinen Löchelchen bis zu grossen, knolligen, eine ganze Anzahl von Gliedern der Armbasis umfassenden Auftreibungen mit mehreren unregelmässigen Zugangsöffnungen finden sich alle Uebergänge. Ein oder (in den grössten Cysten) zwei Pärchen von *Myz. tenuispinum* bewohnen den Hohlraum dieser Cysten.

Eine dritte Kategorie von Deformitäten bilden

6. die Hautcysten, wie sich solche an verschiedenen Körperstellen (Pinnulae, Ambulacralfurche der Arme, Scheibe) als walzen-, ei- oder

birnförmige Auftreibungen vorfinden. Dieselben sind bald in ganzer Länge festgewachsen, bald durch einen feinen Stiel mit der Haut des Wirthes verbunden (Holzschnitt *E*) und sind dadurch charakterisirt, dass sie das Skelett desselben in keiner Weise in Mitleidenschaft ziehen. Eine terminale Oeffnung führt in den Cystenhohlraum, der den Parasiten als Wohnstätte dient. Cysten solcher Art producirt *Myz. cysticolum* auf *Actinometra meridionalis var. carinata* P. H. Carp., *Myz. inflator* auf *Antedon angustiradia* P. H. Carp. und *Actinometra pulchella* Pourt. sp., *Myz. murrayi* auf *Antedon angustiradia, radiospina* und *duplex* P. H. Carp.

L. von Graff gelang der Nachweis, dass die Myzostomiden auch an fossilen Crinoideen Deformitäten hervorgebracht haben, welche in die Kategorie der unter 4 und 5 beschriebenen Armanschwellungen gehören. Von Pinnulamissbildungen und Hautcysten fand er jedoch keine Spur. Alle Deformitäten (mit einer Ausnahme) sind auf die Stiele beschränkt, während von recenten Crinoideen kein einziges Stielstück von ihm beschrieben worden ist. Die Deformitäten an den Stielen sind sehr mannigfaltig und scheinen bald durch äusserlich anhaftende oder aber durch endoparasitische Formen hervorgerufen zu sein, deren Einbohrungsstellen nicht mehr deutlich wahrgenommen werden können. Andere hingegen sind mit Vertiefungen oder Löchern versehen, die den Typus der von *Myz. pentacrini* an recenten Crinoideen erzeugten Deformitäten unverkennbar an sich tragen, oder aber als scharf abgesetzte blasige Auftreibungen mit einem oder mehreren Löchern auftreten. Solche Missbildungen sind zahlreich in den verschiedensten paläontologischen Werken abgebildet worden. L. von Graff (214) giebt auf einer Tafel die hauptsächlichsten Deformitäten, welche auf die Existenz von Myzostomiden zurückgeführt werden können, wieder. Danach würden diese Thiere, wie die Crinoideen, zu den ältesten thierischen Organismen unserer Erde gehören.

4. Missbildungen.

Die Zahl der Axillaria der Arme, das heisst derjenigen Armglieder, oberhalb deren die Theilung der Arme erfolgt (Costalia, Distichalia u. s. w.), pflegt bei den einzelnen Gattungen constant zu sein. So besitzen die Gattungen *Antedon* und *Actinometra* drei solcher Axillaria, die keine Pinnulae tragen. Als Ausnahmen werden von P. H. Carpenter (135) folgende verzeichnet: Ein Exemplar von *Antedon alternata* besass an einem Arm 4 Axillaria; je ein Exemplar von *Ant. remota*, *incerta*, *Actinometra parvicirra* zeigte an einem Arm nur 2 Axillaria. Ein Exemplar von *Pentacrinus mülleri* hatte einen Arm mit 4 Axillaria, von denen das zweite und vierte durch Syncygien verbunden waren, aber keine Pinnulae trugen. Bei fossilen Formen kommen ähnliche Monstrositäten vor; so sei nur *Encrinus gracilis* erwähnt, welcher nach Wagner (Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. 1887, p. 20) an einem Arm 4 Radialia besass.

Sehr zahlreich sind die Fälle, wo statt fünf Strahlen oder Armen nur vier zur Ausbildung gekommen sind. P. H. Carpenter hat in den

Challenger-Crinoideen eine grössere Zahl zusammengestellt, von denen einige hier wiedergegeben werden sollen.

Antedon rosacea zeigt öfter vierstrahlige Exemplare; desgleichen *Holopus rangi*, welcher als Gattung nach einem vierstrahligen Exemplar aufgestellt worden war, aber nach Carpenter normalerweise fünf Arme zeigt. Von *Actinometra paucicirra* kommen vierstrahlige Exemplare vor; es ist dann der vordere Strahl ausgefallen, so dass die Mundöffnung zwischen dem zweiten und fünften Strahl interradial zu liegen gekommen ist.

Sechsstrahlige Varietäten anstatt der fünfstrahligen regulären Form zeigen nach Carpenter *Actinometra pulchella*, eine *Antedon*-Species, *Rhizocrinus lofotensis*. Bei letzterer Art sind vier- oder sechsstrahlige Exemplare sehr gewöhnlich, selten findet man siebenstrahlige Thiere.

Ein Exemplar mit 12 Armen von *Antedon rosacea* beschreibt Dendy (Proc. R. Philos. Soc. Edinburgh. Vol. 9, p. 180).

Bei fossilen Formen finden sich dieselben Missbildungen. Eine Zusammenstellung giebt Bateson (62).

E. Paläontologie.

Die Crinoideen zeigen uns wie keine zweite Gruppe der Echinodermen eine Fülle von versteinerten Formen. Eine gewaltige Menge ausgestorbener Typen lässt sogar bis zu einem gewissen Grade ihre Geschichte feststellen. Vom Cambrium an bis zum Beginn der Jetztzeit ist eine Reihe zu verfolgen, die mit einfachen sphärischen Formen beginnt, die noch eines Stieles und der Arme entbehren, und mit den baumartig verzweigten Gattungen, wie die eines *Pentacrinus* oder *Actinometra*, endet. Ein Grund für die fossile Erhaltung dieser Thiergruppe liegt in der leichten Conservirung des Kalkskelettes, welches dadurch noch widerstandsfähiger wird, dass es in seinen Maschen kohlensauren Kalk aus dem den Körper umgebenden Schlamm und Meerwasser aufnimmt.*) Ein weiterer Grund für die lückenlose Erhaltung ist ihr dauernder Aufenthalt im Meere gewesen und der Mangel locomotorischer Organe, so dass sie oft in ungezählter Menge an bestimmten Orten angetroffen werden. Immerhin darf man nicht erwarten, gestielte Formen in der Weise erhalten anzutreffen, dass Stiel, Kelch und Arme in Zusammenhang geblieben wären. Das ist selten, nur ausnahmsweise der Fall. Meist sind die Thiere nach ihrem Tode in einzelne Theile zerfallen, von denen sich die Stielglieder am häufigsten erhalten haben, während Kelche ohne Arme oder mit Armen und Stiel selten angetroffen werden. Wahrscheinlich fallen die Kelchplatten leicht auseinander und werden ihrer meist geringen Stärke wegen zerstört.

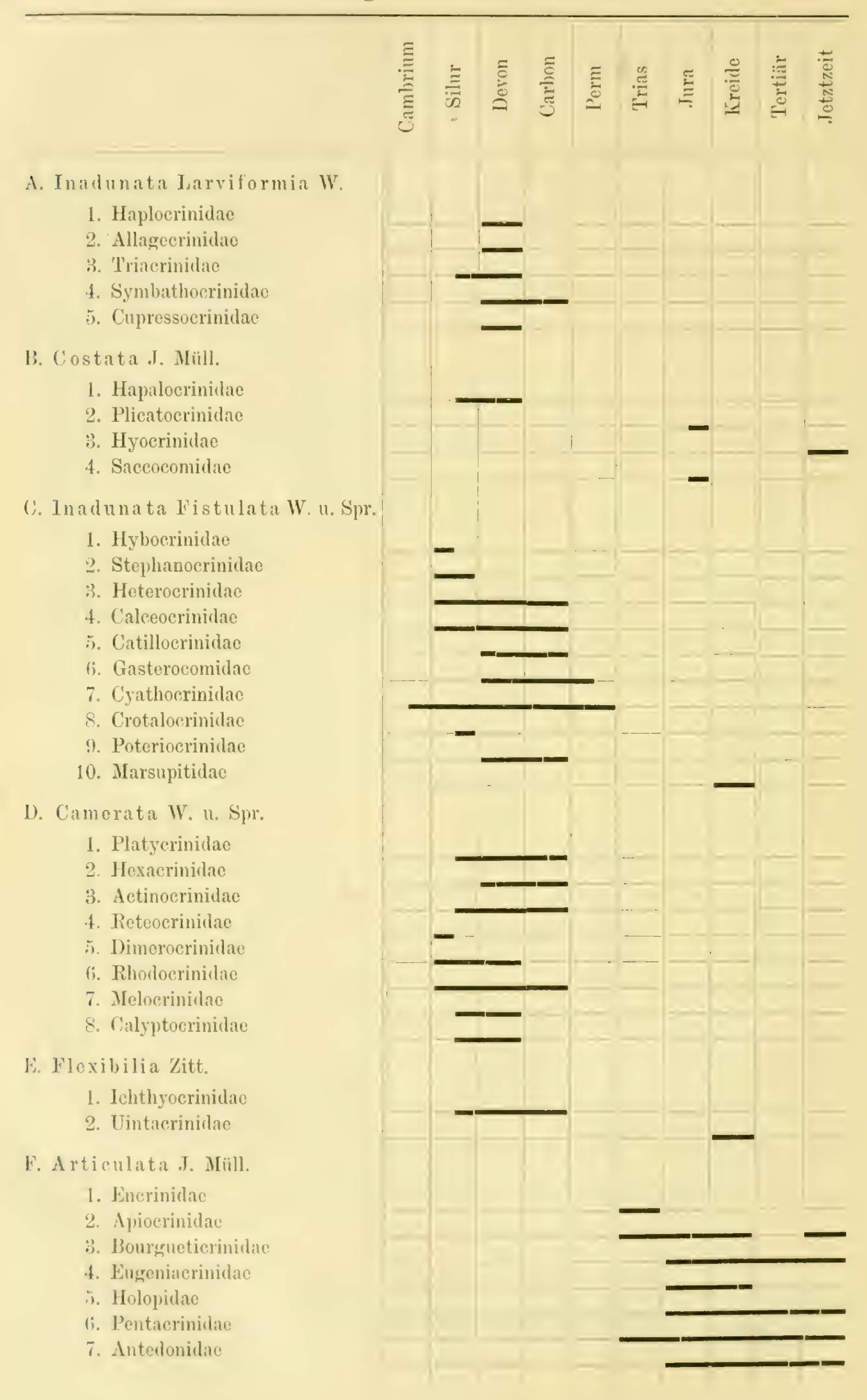
Im Folgenden sollen die Crinoidea, im Gegensatz zu den Cystoidea und Blastoidea, zunächst allein betrachtet werden. Das erste Auftreten der Crinoideen fällt in das Cambrium, in die ältesten Silurschichten. Es sind meist Stielglieder, die nicht sicher bestimmbar sind; erst im Untersilur findet man Stielglieder verschiedener Gattungen, wie *Cyathocrinus*, *Glyptocrinus*, und die Kelche und Stiele von *Dendrocrinus*, *Hybocrinus*, *Baerocrinus* und vielen anderen. Im oberen Silur ist die Zahl der Gattungen bereits auf über 60 gestiegen, die mit etwa 460 Arten vertreten sind. Es sind Vertreter der Fistulata und Camerata. Die Formenentwickelung hat bereits ihren Höhepunkt im oberen Silur erreicht. Aus dem Devon sind etwa 40 Gattungen mit 230 Arten bekannt geworden. Einzelne Familien, wie die Cyathocrinidae, Ichthyocrinidae, Calceocrinidae, Calyptocrinidae,

*) Otto Jaekel, Die Stammgeschichte der Pelmatozoen. Bd. 1. Thecoidea und Cystoidea. 18 Taf. und 88 Fig. Berlin, Springer, 1899. Fol.

Zittel, Handbuch der Paläontologie. Bd. 1. München u. Leipzig. 1876—1880.

Zittel, Grundzüge der Paläontologie. Abth. 1. München u. Berlin. 1903.

Zeitliche Verbreitung der Familien der Crinoideen.



sind aus der Silurformation ins Devon aufgestiegen, haben aber bereits an Formenreichthum eingebüsst, während die Poteriocrinidae, Actinocrinidae, Platycrinidae und die Rhodocrinidae zunehmen, die Melocrinidae hingegen verschwinden. Die zuletzt genannten Familien gehören sämmtlich zu den Camerata. Von den Costata tritt die Familie der Hapalocrinidae im oberen Silur auf, verschwindet aber breits im Devon. Ausschliesslich im Devon trifft man von den Larviformes die Haplocrinidae, Allagecrinidae, Triacrinidae (bereits im Silur) und Cupressocrinidae, während die Symbathocrinidae noch im Carbon auftreten.

In dem Carbon treten die Fistulata und Camerata in einer gewaltigen Zahl von Individuen auf, die sich auf etwa 50 Gattungen mit 800 Arten vertheilen. Es sind besonders die Familien der Platycrinidae, Actinocrinidae und Poteriocrinidae, die in einer erstaunlichen Artenmenge sich finden, neben den Symbathocrinidae, Heterocrinidae, Cyathocrinidae, Hexacrinidae, Rhodocrinidae und Ichthyocrinidae, einer Familie der Flexibilia.

Von den Fistulata, Camerata und Flexibilia, die, wie wir sahen, in der paläozoischen Zeit dominirten, sind es nur zwei Gattungen, welche in die mesolithische Zeit hineinragen, *Marsupitus* und *Uintacrinus* aus der oberen Kreide. Die charakteristischen Crinoideen des mesozoischen Zeitalters sind die Articulata und Costata, von denen die ersteren mit der Familie Encrinidae (*Encrinus*), die für die Trias bezeichnend ist, beginnt. Neben *Encrinus* treten wenige Arten von *Pentacrinus* und *Apiocrinus* auf.

Die Juraformation zeigt die Eugeniacrinidae, Apiocrinidae, Bourgueticrinidae, Holopidae, Pentacrinidae und Comatulidae, also sämmtliche Familien der Articulata (mit Ausnahme der Encrinidae), die nun durch die Tertiärzeit bis in die Gegenwart fortdauern. Eine Ausnahme bildet nur die Familie der Eugeniacrinidae, welche in der Kreidezeit erlischt. Im Gegensatz zur Secundärzeit ist die Tertiärzeit nur arm an Crinoideen, was die Zahl der Gattungen und Arten betrifft.

Die Zusammenstellung auf Seite 1552 zeigt nach Zittel die zeitliche Verbreitung der einzelnen Familien der Crinoideen. Die recenten Formen haben fast ausnahmslos Vertreter in den früheren Zeiten bis in die Jura- und Triaszeit hinauf. Wie man sich den Ursprung der mesozoischen Crinoideen aus den paläozoischen Crinoideen zu denken hat, darüber sind die Meinungen sehr getheilt. Die freibeweglichen, stiellosen Formen ohne weiteres für die höher entwickelten Crinoideen zu klären, geht nicht an, da gestielte neben ungestielten bereits in sehr früher Zeit nebeneinander auftreten. Jedenfalls sind die Antedonidae = Comatulidae in der Jetztzeit in der Vollkraft ihrer Formentwickelung; glückte es doch der Challenger-Expedition, allein gegen 111 Arten zu sammeln, die meist in einer Tiefe bis 200 Faden leben, theils aber auch von 1000—2900 Faden gedredscht wurden.

F. Systematik.

Die Systematik der Crinoidea beginnt mit dem Werke von J. S. Miller „A natural history of the Crinoidea, or lily-shaped animals.“ Von seinen Vorgängern seien folgende erwähnt:

Cuvier theilte die Echinodermen nach dem Vorhandensein oder dem Mangel der Ambulacren in Echinodermata pedicellata und in Echinodermata apoda (Sipunculiden) ein. Die erste Gruppe bildeten die Asteriden, Echiniden und Holothurien. Die Crinoiden rechnete er zu den Asteriden.

Bei Lamarck sind die Crinoideen in dessen „Système des Animaux sans vèrtébres“ unter den Polpes à rayons coralligènes (1801) zusammen mit *Gorgonia*, *Umbellula* und *Pennatula* aufgeführt; später (1812) stellte er sie zu den Polypes flottants, die er an die Radiaten anschloss (Extrait du cours de Zoologie de Muséum d'hist. nat. sur les animaux sans vertèbres). In seiner „Histoire naturelle des animaux sans vertébres“ (1815—1822) stellte er die gestielten Formen *Encrinites* zu den Polypen, die Comatulae hingegen zu den Asteriden. Es war das dieselbe Eintheilung, die Linné befolgt hatte, welcher die ungestielten Formen als *Asterias multiradiata* und *pectinata* zu den Asterien, die gestielten als *Isis Asteria* = *Pentacrinus Caput Medusae* und *Encrinites liliiformis* zu den Polypen stellte. Die Echinodermen als Gruppe rechnete er zu den Mollusken.

J. S. Miller (1821) verstand unter seiner Familie der Crinoidea nur die gestielten Formen. Seine Definition lautet: Die Crinoidea sind Thiere mit einer Säule, die aus zahlreichen Gliedern sich zusammensetzt, und einem kelchähnlichen Körper, der die Eingeweide enthält; von ihm gehen fünf gegliederte Arme ab. Infolgedessen schloss er die Gattungen *Comatula* und *Marsupites* aus und besprach diese in einem Anhange zu seinem Werke unter dem Titel: „Observations on the Genera *Comatula*, *Euryale*, *Ophiura* and *Asteria*, und stellte diese zu der Gruppe der Stelleridae zusammen.

Der Eintheilung der gestielten Formen legte J. S. Miller die Art der Verbindungsweise zwischen Stamm und Kelch und zwischen letzterem und den Armen zugrunde, während er die Gattungen nach der Zahl und Anordnung der Platten im Kelchrücken aufstellte. Im Ganzen waren bis dahin 25 fossile und lebende Arten gefunden worden, von denen

einzelne nur in Fragmenten bekannt waren. Um so mehr ist die Eintheilung Miller's zu bewundern, die den Grund legte zur gegenwärtigen Systematik dieser Gruppe. Seine Gattungen sind im Allgemeinen angenommen und sind jetzt als die Typen gut bestimmter Familien anerkannt (Wachsmuth und Springer).

J. S. Miller (351) theilte die Crinoidea in 4 Divisionen: *Articulata, Semiarticulata, Jnarticulata, Coadunata*, die er folgendermassen charakterisirte:

1. Division: *Articulata.* Joints forming the superior cup-like body of the animal articulating to each other.
   1. Gen. *Apiocrinites.*
   2. Gen. *Encrinites.*
   3. Gen. *Pentacrinites.*

2. Division: *Semiarticulata.* Plate-like joints forming the superior cup-like body of the animal, articulating imperfectly to each other.
   4. Gen. *Poteriocrinites.*

3. Division: *Inarticulata.* Plates forming the superior cup-like body of the animal, adhering by sutures, lined by muscular integument.
   5. Gen. *Platycrinites.*
   6. Gen. *Cyathocrinites.*
   7. Gen. *Actinocrinites.*
   8. Gen. *Rhodocrinites.*

4. Division: *Coadunata.* The joints of the pelvis anchylose to the first columnar joint.
   9. Gen. *Eugeniacrinites.*

L. Agassiz theilte die Echinodermen in seinem „Prodrôme d'une monographie des Radiaires ou Echinodermes“ (Mém. soc. d'hist. nat. de Neufchatel, T. 1, 1835) in 3 Ordnungen: *Fistulides* oder *Holothuriae, Echinides* und *Stellerides.* Zur 3. Ordnung rechnet er die seesternartigen Thiere und die Crinoiden. Forbes (A history of British starfishes, 1841) erhob die Crinoiden zur selbstständigen Ordnung und gab ihnen damit die gebührende Stellung im Verhältniss zu den übrigen Ordnungen der Echinodermen.

Im Jahre 1842 stellten Thos. Austin und Thos. Austin jun. ein neues System auf. Die Crinoidea fassen sie als eine Klasse der Echinodermen auf, die sie als *Pinnastella* bezeichnen. Sie theilen die Crinoiden in gestielte, festgewachsene, und in freischwimmende, eine unhaltbare Aufstellung, da verwandte Formen voneinander getrennt werden Ihre Eintheilung in 2 Ordnungen ist folgende:

Klasse: ***Pinnastella Crinoidea.*** *Pinnigrada* Forbes.

Ordnung 1: *Cionacineti* (festsitzend, mit einem gegliederten, biegsamen Stamme).

Familien: 1. *Apiocrinoidea.*
2. *Poteriocrinoidea.*
3. *Encrinoidea.*
4. *Pentacrinoidea.*
5. *Marsupiocrinoidea.*
6. *Platycrinoidea.*
7. *Actinocrinoidea.*
8. *Periecocrinoidea.*
(*Dimerocrinoidea.*)

Ordnung 2: *Liberidae* (freibeweglich).

Familien: 1. *Gnathocrinoidea.*
2. *Astracrinoidea.*
3. *Comastella.*

Im Jahre 1843 erschien die bekannte Eintheilung der Crinoideen von Joh. Müller, der die Mehrzahl der Forscher gefolgt ist. Unter *Crinoidea* fasste Joh. Müller sämmtliche jetzt als *Pelmatozoa* benannte Formen zusammen, die *Cystoidea*, *Blastoidea* und *Crinoidea*. Letztere bezeichnete er als *Crinoidea brachiata*, Arm-Crinoideen. Bei der Eintheilung dieser Abtheilung verwerthete Joh. Müller die gelenkartige oder feste Verbindung der Kelch- und Armtheile, das heisst der Radialia, weiter den Aufbau des Kelches, ob getäfelt oder häutig, und die Beweglichkeit der Arme. Er theilte die *Crinoidea brachiata* ein in die beiden Hauptgruppen der *Crinoidea tessellata* und *Crinoidea articulata*, die folgendermassen charakterisirt wurden:

1. ***Tessellata*** Joh. Müller 1843.

Kelch- (und Arm-?) Glieder ohne Verbindung durch Gelenkleisten.

Kelchtäfelchen hoch und dünn, eine weite Eingeweidehöhle umschliessend.

Kelchdecke wölbig und stark getäfelt, ohne Tentakelfurchen.

Für Mund und After eine gemeinsame Oeffnung (wenn nicht bei *Gastrocoma* doppelt), oft röhrenförmig.

Subradiale Kelchzone oft vorhanden.

Radialbildung selten regelmässig, durch die Basis und abweichenden Analinterradius gestört.

Thier selten ohne Säule.

2. ***Articulata*** Joh. Müller 1843.

Obere Kelch- (oder Radial-) und ein Theil der Armglieder mit Leistchen auf den Gelenkflächen.

Kelchtäfelchen dick und verhältnissmässig nieder; innere Höhle oft enge.

Kelchdecke häutig, mit schwacher oder keiner Kalktäfelung (daher im Fossilzustande nicht erhaltbar) und mit Tentakelfurchen; Mund und After oft getrennt.

Subradialzone selten vorhanden.

Radialbildung äusserlich ganz regelmässig; Basaltheile oft unter sich und mit anderen verwachsen.

Thier oft freibeweglich oder ohne Stiel aufgewachsen.

Als dritte Gruppe errichtete er die *Crinoidea Costata* für die einzige Gattung *Saccoma*, und als vierte die *Crinoidea Testacea* für die Gattung *Haplocrinus*.

3. ***Costata*** Joh. Müller 1843.

Mit geripptem, schaligem Kelch, ohne Rankenknopf und ohne Nähte. ohne Cirren, mit Pinnulae oppositae der Arme (*Saccoma*).

4. ***Testacea*** Joh. Müller 1843.

Kelchdecke fest und verwachsen, mit fünf Tentakelfurchen, die zum Mund laufen (*Haplocrinus*).

Leuckart führte in seiner Abhandlung über die Morphologie der wirbellosen Thiere 1848 die Klasse der *Pelmatozoa* ein, die aus den Ordnungen der Cystideen und Crinoideen besteht. Diese Eintheilung hat sich allgemeiner Zustimmung erfreut, nur stellen wir jetzt zu den *Pelmatozoa* die drei Ordnungen der *Crinoidea*, *Cystoidea* und *Blastoidea*.

Ferd. Roemer theilte in der „Lethaea geognostica“ (3. Aufl., Bd. 2, 1851) die Crinoidea in 3 Unterordnungen, in die *Actinoidea*, *Blastoidea* und *Cystoidea*.

Unterordnung 1: ***Actinoidea***, Crinoideen mit Pinnulae tragenden Armen.

- A. *Astylida*, Crinoideen ohne gegliederte Säule.
  - a. Kelch mit der Unterseite verwachsen.
    1. Holopocrinidae.
    2. Cyathidiocrinidae.
  - b. Kelch frei.
    3. Astylocrinidae.
    4. Marsupitidae.
    5. Saccocomidae.
    6. Comatulidae.
- B. *Stylida*, Crinoideen mit gegliederter Säule.
  - a. Arme stark entwickelt.
    - aa. Kelchdecke oder ventrale Seite des Kelchs häutig.

7. Pentacrinidae.
8. Apiocrinidae.
9. Eugeniacrinidae.
10. Encrinidae.
11. Cupressocrinidae.
12. Cyathocrinidae.

bb. Kelchdecke aus unbeweglich miteinander verbundenen Platten.

13. Poteriocrinidae.
14. Rhodocrinidae.
15. Platycrinidae.
16. Actinocrinidae.
17. Melocrinidae.
18. Ctenocrinidae.
19. Sagenocrinidae.
20. Anthocrinidae.
21. Eucalyptocrinidae.

b. Arme unvollkommen entwickelt.

22. Haplocrinidae.
23. Gasterocomidae.

Zittel hat in seinem „Handbuch der Paläontologie“ (Bd. 1, 1876—1880) die Müller'sche Eintheilung mit ihren vortrefflich abgegrenzten natürlichen Gruppen angenommen; in der Anordnung und Aufstellung der Familien folgte er vorzugsweise Roemer unter Berücksichtigung der Arbeiten von Angelin und Wachsmuth.

Eucrinoidea.

1. Unterordnung: *Tessellata* Joh. Müller.

Familien: 1. *Haplocrinidae* F. Roem. 2. *Pisocrinidae* Ang. 3. *Cupressocrinidae* F. Roem. 4. *Hybocrinidae* Zitt. 5. *Cyathocrinidae* Ang. 6. *Taxocrinidae* Ang. 7. *Ichthyocrinidae* Wachsmuth. 8. *Crotalocrinidae* Zitt. 9. *Cheirocrinidae* Ang. 10. *Heterocrinidae* Zitt. 11. *Poteriocrinidae* F. Roem. 12. *Marsupitidae* F. Roem. 13. *Gasterocomidae* F. Roem. 14. *Platycrinidae* F. Roem. (emend. Zitt.). 15. *Carpocrinidae* Ang. 16. *Briarocrinidae* Ang. 17. *Dimerocrinidae* Zitt. 18. *Barrandeocrinidae* Ang. 19. *Actinocrinidae* F. Roem. 20. *Stelidiocrinidae* Ang. 21. *Melocrinidae* Zitt. 22. *Polypeltidae* Ang. 23. *Uintacrinidae* Zitt. 24. *Glyptocrinidae* Zitt. 25. *Rhodocrinidae* F. Roem. (emend. Beyrich). 26. *Calyptocrinidae* Ang.

2. Unterordnung: *Articulata* Joh. Müller.

Familien: 1. *Encrinidae* F. Roem. 2. *Eugeniacrinidae* Zitt. 3. *Holopidae* F. Roem. (emend. Zitt.). 4. *Plicatocrinidae* Zitt. 5. *Apiocrinidae* d'Orb. 6. *Pentacrinidae* F. Roem. 7. *Comatulidae* d'Orb.

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

74., 75., 76. u. 77. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1907.



3. Unterordnung: ***Costata*** Joh. Müller.

Gattung: *Saccoma* Ang.

In seinen „Grundzügen der Paläontologie" (Paläozoologie), 1. Abt. Invertebrata, 1903, schliesst sich Zittel jedoch an Wachsmuth und Springer's letztes Werk an, indem er folgende Ordnungen aufstellt:

1. Ordnung: *Larviformia* (*Inadunata larviformia* Wachsm.; *Haplocrinacea* Neumayer; *Larvata* Jaekel).
2. Ordnung: *Costata* J. Müll. (emend. Jaekel).
3. Ordnung: *Fistulata* (*Inadunata fistulata* Wachsm. u. Spr.; *Cyathocrinacea* Neumayr).
4. Ordnung: *Camerata* Wachsm. u. Spr. (*Sphaeroidocrinacea* Neumayr; *Cladocrinoidea* Jaekel).
5. Ordnung: *Flexibilia* Zittel (*Articulata* Wachsm. non Müller; *Ichthyocrinacea* Neumayr; *Articulosa* Jaekel).
6. Ordnung: *Articulata* J. Müll. *Neocrinoidea* H. Carp.; *Canaliculata* Wachsm. u. Spr.; *Pentacrinacea* Neumayr).

Neumayr ging in seinem Werke „Die Stämme des Tierreiches", Wirbellose Tiere, Bd. 1., 1889, einen besonderen Weg. Die Eintheilung von Wachsmuth und Springer*), welche die Müllerschen Tessellaten in *Palaeocrinoidea* umtauften und den mesozoischen und jüngeren Formen als *Neocrinoidea* (ursprünglich *Stomatocrinoidea* genannt) gegenüberstellten, verwirft er, da sie unrichtig begrenzt und begründet sei. Er schlägt vor, die Crinoideen in Anschluss an Wachsmuth und Springer's erste Arbeiten zu classificieren, und zwei Unterklassen zu errichten, die *Epascocrinen* und die *Hypascocrinen*. Die erste Unterklasse zeichnete sich dadurch aus, dass Mund und Ambulacra über der Decke liegen, während in der zweiten Unterklasse die Ambulacra unter dem Deckengewölbe liegen.

1. *Hypascocrinen.* Mund, Ambulacralgefässe und Saumplättchen (letztere wenn vorhanden) unter der Kelchdecke.

2. *Epascocrinen.* Ambulacra nicht von der Kelchdecke überwölbt, in oberflächlichen Furchen frei oder von zusammenschliessenden Saumplättchen bedeckt. — Diese Eintheilung hat jedoch keinerlei Anklang gefunden und ist wohl durch die neueren Untersuchungen auch als nicht durchführbar erkannt worden.

Wachsmuth und Springer geben in dem Werke „The North American Crinoidea camerata", Vol. I., 1877, folgende Einteilung.

I. Ordnung: *Inadunata.* Crinoideen, bei denen die Arme sich frei über den nur aus Radialia bestehenden Kelch erheben.

1. Subordnung: *Larviformia.* Kelchdecke nur von fünf Oralia gebildet. Ambulacralfurchen subtegminal.

*) Wachsmuth und Springer, Revision of the Palaeocrinoidea. Proc. of the American Acad. of Nat. Sc. Philadelphia. 1879, 1881, 1885, 1886.

2. Subordnung: *Fistulata.* Kelchdecke zu einer Aussackung aufgetrieben. Ambulacralfurchen suprategminal.

II. Ordnung: *Camerata.* Crinoideen, bei denen die unteren Armplatten in den Kelch einbezogen sind. Alle Platten des Kelches sind durch Nähte fest verbunden. Mund subtegminal.

III. Ordnung: *Articulata.* Crinoideen, bei denen die unteren Armplatten in den Kelch einbezogen sind, entweder durch seitliche Verbindung untereinander, oder durch supplementäre Platten oder eine kalkige Haut. Alle Platten der Kelchdecke gelenkig gegeneinander verbunden. Offene Ambulacralfurchen.

1. Subordnung: *Impinnata.* Arme ohne Pinnulae.
2. Subordnung: *Pinnata.* Arme mit Pinnulae.

Diese Eintheilung trat an Stelle der 1888 von Wachsmuth und Springer geschaffenen Gruppirung in *Camerata, Inadunata, Articulata* und *Canaliculata* (= *Articulata* Joh. Müller).

F. A. Bather („A treatise on Zoology", Part 3, 1900), der beste Kenner fossiler und recenter Crinoideen, hat 1899 („A phylogenetic classification of the Pelmatozoa") ein System aufgestellt, welches er in seinem „Treatise" 1900 weiter ausgeführt hat. Es gründet sich auf die Zusammensetzung der Basis aus Basalia oder aus Basalia und Infrabasalia, worauf dieser Forscher das Hauptgewicht legt.

Subklasse I: **Monocyclica** Bather (1899).

Crinoideen, bei denen die Dorsalkapsel nur aus fünf Basalia besteht; die aboralen Verlängerungen des gekammerten Organs sind interradial.

Ordnung 1: ***Monocyclica Inadunata***
(= *Inadunata* Wachsm. u. Spr. pars, emend.).

Monocyclica, bei denen die Dorsalkapsel beschränkt ist auf Radialia, gelegentlich mit Analia. Ambulacralia oder Interambulacralia supra-tegminal und nicht starr verbunden.

Familien: 1. *Hybocrinidae.* 2. *Stephanocrinidae.* 3. *Heterocrinidae.* 4. *Calceocrinidae.* 5. *Pisocrinidae.* 6. *Catillocrinidae.* 7. *Zophocrinidae.* 8. *Haplocrinidae.* 9. *Allagecrinidae.* 10. *Symbathocrinidae.* 11. *Belemnocrinidae.* 12. *Plicatocrinidae.* 13. *Hyocrinidae.* 14. *Saccocomidae.*

Ordnung 2: ***Adunata*** (Bather 1899).

Monocyclica, bei denen die Dorsalkapsel einfach beschränkt ist auf Radialia, gelegentlich ein Anale. Kelchdecke starr. Theile der benachbarten Brachialia und Ambulacralia sind starr in der Kelchdecke ver-

bunden. Arme ein- bis dreizeilig, mit Pinnulae auf jedem oder nur auf einem Brachiale. Basalia verschmolzen zu 3, 2 oder 1.

Gruppe A. Familie: 1. *Platycrinidae*.
Subfamilien 1. *Coccocrininae*. 2. *Marsipocrininae*. 3. *Platycrininae*.

Gruppe B. Familien: 2. *Hexacrinidae*. 3. *Acrocrinidae*.

Ordnung 3: ***Monocyclica Camerata***
(= *Camerata* Wachsm. u. Spr. pars).

Monocyclica, bei denen die I. Brachialia, zwei in jedem Radius (exc. *Stereocrinus, Hadrocrinus, Alloprosallocrinus*), und oft weitere Kränze von Brachialia in die Dorsalkapsel einbezogen sind, wie die Tafeln der Kelchdecke fest verbunden zu einer starren Kapsel. Mund und Ambulacra verdeckt. Arme mit Pinnulae.

Unterordnung 1: *Melocrinoidea*.

Familien: 1. *Glyptocrinidae*. 2. *Melocrinidae*. 3. *Patelliocrinidae*. 4. *Clonocrinidae*. 5. *Eucalyptocrinidae*. 6. *Dolatocrinidae*.

Unterordnung 2: *Batocrinoidea*.

Familien: 1. *Tanaocrinidae*. 2. *Xenocrinidae*. 3. *Carpocrinidae*. 4. *Barrandeocrinidae*. 5. *Coelocrinidae*. 6. *Batocrinidae*. 7. *Periechocrinidae*.

Unterordnung 3: *Actinocrinoidea*.

Familien: 1. *Actinocrinidae*. 2. *Amphoracrinidae*.

Subklasse II: **Dicyclia** Bather (1899).

Crinoideen bei denen die Dorsalkapsel aus Basalia und Infrabasalia besteht, die letzteren häufig atrophiert oder mit den benachbarten verschmolzen. Die aboralen Verlängerungen des gekammerten Organs sind radial.

Ordnung 1: ***Dicyclica Inadunata***
(= *Inadunata*, Wachsm. u. Spr. pars, emend.).

Dicyclica, bei denen die Dorsalkapsel beschränkt ist auf Radialia und gelegentlich auf eingeschobene Analia und keine anderen Platten zwischen den Radialia vorkommen (Distincta). Brachialia können in die Scheibe zu liegen kommen, mit oder ohne Interbrachialia, niemals starr. Ambulacra unter der Munddecke (Articulata).

Unterordnung 1: *Cyathocrinoidea*.

Familien: 1. *Carabocrinidae*. 2. *Palaeocrinidae*. 3. *Euspirocrinidae*. 4. *Sphaerocrinidae*. 5. *Cyathocrinidae*. 6. *Petalocrinidae*. 7. *Crotalocrinidae*. 8. *Codiacrinidae*. 9. *Cupressocrinidae*. 10. *Gasterocomidae*.

Unterordnung: 2. *Dendrocrinoidea*.

Familien: 1. *Dendrocrinidae*. 2. *Botryocrinidae*. 3. *Lophocrinidae*. 4. *Scaphiocrinidae* (= *Poteriocrinidae* auctt). 5. *Scytalecrinidae*. 6. *Graphio-*

crinidae. 7. *Cromyocrinidae.* 8. *Encrinidae.* 9. *Pentacrinidae.* 10. *Uintacrinidae.* 11. *Marsupitidae.* 12. *Bathycrinidae.*

Ordnung 2: ***Flexibilia*** Zittel

(= *Articulata* Wachsm. u. Spr. non Müller.)

Dicyclica, bei denen die proximalen Brachialia in die Dorsalkapsel einbezogen sind, entweder mit ihren eigenen Seiten, oder durch Interbrachialia oder durch eine Haut mit kleinen Täfelchen, aber niemals fest verbunden; Platten können zwischen den Radialia liegen. Kelchdecke biegsam, mit besonderen Ambulacralia und zahlreichen kleinen Interambulacralia; Mund und Nahrungsgruben unter der Munddecke und offen. Das oberste Stielglied ein persistirendes Proximale, oft verschmolzen mit den Infrabasalia, welche bei den Erwachsenen oft atrophirt sind. Arme ohne Pinnulae (Impinnata) oder mit Pinnulae (Pinnata); stets einzeilig.

1. *Impinnata.*

Flexibilia, bei denen alle Tafeln des Kelches durch eine Naht oder Muskelgelenke verbunden sind. Drei Infrabasalia. Brachialia gewöhnlich durch Nähte verbunden. Die untere Gelenkfläche greift mit einem zahnartigen Fortsatz in eine Rinne des darunter befindlichen Armgliedes; oft ist der Fortsatz zu einer besonderen Platte entwickelt. Arme distal getheilt, mit Aesten auf einer oder beiden Seiten, ohne Pinnulae. Ventralfurche weit; Axialcanal getrennt von ihr.

Fünf Oralia, zwischen denen die Nahrungsfurchen zum Mund ziehen. Stiel rund; letzte Glieder sehr kurz und gewöhnlich breiter als die übrigen.

Familien: 1. *Ichthyocrinidae.* 2. *Gazacrinidae.* 3. *Taxocrinidae.* 4. *Dactylocrinidae.* 5. *Sagenocrinidae.*

2. *Pinnata.*

Flexibilia mit Basalia und Radialia untereinander durch Nähte verbunden; Radialia und proximale Brachialia durch Muskelgelenke oder Syzygien verbunden; pseudomonocyclisch; Arme mit Pinnulae, entweder einfach, oder distal getheilt. Axialcanal getrennt von der Ventralfurche. Das erste Axillare ist gewöhnlich das zweite, selten das erste Primibrachiale. Fünf Oralia in früheren Stadien, selten bei Erwachsenen, gewöhnlich atrophirt; Analia nehmen beim Erwachsenen nicht theil an der Dorsalkapsel.

Stiel rund, pentagonal; Glieder bilden oft einen erweiterten Kegel.

Familien: 1. *Apiocrinidae.* 2. *Bourgueticrinidae.* 3. *Antedonidae.* 4. *Atelecrinidae.* 5. *Actinometridae.* 6. *Thaumatocrinidae.* 7. *Eugeniacrinidae.* 8. *Holopodiae.* 9. *Eudesicrinidae.*

Ordnung 3: *Dicyclica Camerata*
(= *Camerata* Wachsm. u. Spr. pars).

Dicyclica, bei denen sämmtliche I. Brachialia und gewöhnlich die II. Brachialia (Distichalia) in die Dorsalkapsel einbezogen und durch Interbrachialia verbunden sind, anfangs lose, dann durch feste Sutur. Fünf Infrabasalia. Eine Platte, gewöhnlich zwischen rechten und linken hinteren Radialia ruht auf dem hinteren Basale, gefolgt von anderen zwischen rechten und linken, welche hinauf zum After führen. Mund und Ambulacra subtegminal. Arme mit Pinnulae.

Familien: 1. *Reteocrinidae.* 2. *Dimerocrinidae.* 3. *Lampterocrinidae.* 4. *Rhodocrinidae.*

Jaekel (254) gab im Jahre 1894 eine neue Eintheilung der Crinoideen auf Grund seiner Durcharbeitung der Crinoidensammlung des Berliner Museums für Naturkunde.

Jaekel theilt die Crinoiden in zwei grosse Unterabtheilungen, die er *Pentacrinoidea* und *Cladocrinoidea* nennt. Für die erste Gruppe ist die in der Armentfaltung und dem Kelchbau ausgeprägte Fünftheiligkeit charakteristisch, während bei den *Cladocrinoidea* die Verzweigung ihrer Ambulacra, welche zur Abgliederung zahlreicher Arme vom Kelch führt und auch in der Anordnung der armtragenden Kelchplatten das Bild der Verzweigung hervorruft, das Hauptmerkmal bildet. Diese letztere Gruppe entspricht ziemlich genau den *Camerata.* Sie sind die älteren und primitiven Formen, stammen von Cystoideen mit zahlreichen Kalkplatten ab, besitzen zweizeilige Arme mit Pinnulae, sechs Interbrachialia

Die *Pentacrinoidea* werden folgendermassen charakterisirt: Von der primären Kelchkapsel gehen fünf Arme aus, die von fünf grossen Radialia getragen werden. Die Ambulacralrinnen werden von Reihen kleiner Plättchen eingefasst; zwischen denselben liegen auf der Oralseite der primären Kelchkapsel fünf Oralia. Die ursprünglich und in der Regel einzeiligen Arme gabeln sich dichotomisch oder durch Abgabe kleiner Seitenzweige, besitzen aber keine echten Pinnulae. Der Enddarm steigt vom Radius V nach rechts oben auf; die bei den älteren Formen vorhandenen Analplatten sind dementsprechend meist schräg interponirt.

Die *Pentacrinoidea* zerfallen in fünf Unterordnungen, die als *Fistulata, Costata, Larvata, Articulosa* und *Articulata* bezeichnet werden. Die *Fistulata* bilden den Ausgangspunkt für die vier übrigen Abtheilungen, welche selbstständige, zum Theil parallele Entwickelungsrichtungen einschlagen. Sie treten im tiefen Untersilur auf, während die *Costata, Larvata* und *Articulosa* im oberen Silur, die *Articulata* an der oberen Grenze des Paläozoicums erscheinen.[1] In den jüngeren Formationen erhalten sich neben ihnen nur die *Costata.*

1. *Fistulata.* Die primäre Kelchkapsel bleibt dauernd erhalten, die fünf grossen Radialia haben den wesentlichsten Antheil an ihrer seitlichen Umwandung. Arme geteilt.

2. *Larvata* (*Haplocrinidae, Triacrinidae, Gasterocomidae, Symbathocrinidae*). Kelchkapsel sehr einfach gebaut; Kelchdecke in der Hauptsache aus fünf Oralia gebildet, ohne Analplatten. Kelchkapsel meist dünnwandig, nimmt die centralen Weichtheile vollkommen in sich auf; nur bei extremer Verdickung des Skelettes bildet sich ein Analtubus. Arme ungetheilt, nehmen fast die ganze Breite des Kelchumfanges ein; Stielglieder in der Regel sehr hoch.

3. *Costata.* Der in der Regel dünnwandige, geräumige Kelch besteht nur aus einem Kranz grosser Radialia und einem dreitheiligen oder einheitlich verschmolzenen Basalkranz. Analia und Proboscis fehlen. Kelchdecke sehr einfach aus fünf Oralia und eventuellen Suboralia gebildet. Arme geben alternirende Seitenäste ab, welche ungetheilt sind und zum Theil zur Aufnahme der Geschlechtsstoffe dienen.

4. *Articulosa* (= *Articulata* Wachsm. u. Spr.). Die kräftige Entwickelung der fünf Arme führt zu einer Auflösung der primären Kelchkapsel, welche analog derjenigen bei den Articulaten erfolgt. Die Arme sind einrollbar; ihre Längserweiterung wird entweder durch eine gleichartige, bisweilen häufig wiederholte Gabelung, oder durch die Abgabe von Seitenästen herbeigeführt, welche indess niemals, wie bei den *Articulata*, die Bedeutung von Pinnulae erlangen. Die verbreiterten und verdickten unteren Armglieder, die verdickten Radialien und Basalien bedingen eine Loslösung der Kelchdecke aus dem ursprünglichen Verband der primären Kelchkapsel. Diese erhebt sich zwischen den proximalen Theilen der Arme und wird, der Beweglichkeit des Kelches entsprechend, zu einer fein getäfelten, biegsamen Decke. Zwei Basaliakränze, ein oberer von fünf, ein unterer von drei Stücken vorhanden.

5. *Articulata* (= *Canaliculata* Wachsm. u. Spr.). Alle freien Armglieder tragen kleine Ramuli, die Pinnulae der älteren Autoren. Die primäre Kelchkapsel nur im Embryonalleben erhalten, im ausgewachsenen Zustand ist sie aufgelöst, indem sich ihre Decke ziemlich hoch zwischen die Armansätze erhebt. Das Skelett besteht fast nur noch aus Armen, durch deren kräftige Entwickelung die Kelchelemente vereinfacht sind. Analia verschwinden vollständig aus dem Kelch. Die beiden Basaliakränze werden reducirt.

Eine den verschiedenen Organisationstypen am besten entsprechende Eintheilung giebt Steinmann in seiner „Einführung in die Paläontologie", Leipzig 1903. Dass die bestehenden Classificationen der Crinoideen noch wenig befriedigen, führt er darauf zurück, dass wir von den permischen und triadischen Vertretern fast vollständig in Unkenntniss sind, und auf

die Mannigfaltigkeit und Flüssigkeit in der Skelettbildung der palaäozoischen Formen. Alle Merkmale, die man zur Unterscheidung benutzt hat — Vorhandensein oder Fehlen des Stiels, feste oder gelenkige Verbindung der Radialia und der Arme, Beschaffenheit der Kelchdecke und ihr Verhältniss zu den Ambulacralfurchen, Zahl und Verzweigung der Arme, Zusammensetzung der Kelchdecke, zweiseitig-symmetrischen oder radialstrahligen Aufbau u. a. m. — haben sich im Laufe der Zeit in verschiedenen Reihen verändert und bezeichnen mehr eine bestimmte Organisationshöhe der einzelnen Stämme, als diese selbst. Nach Steinmann erweist sich die einfachere oder complicirtere Zusammensetzung der Dorsalkapsel, im Besonderen die Zahl der Tafelkränze, aus denen sie besteht, sowie die Zahl und die Art der Abgliederung der Arme vom Kelche am constantesten.

Nach dem Vorgange Bather's benutzt Steinmann die monocyclische und dicyclische Zusammensetzung der Basis als hauptsächlichstes Trennungsmerkmal und errichtet für die jüngeren anscheinend monocyclischen Formen, die sich aus dicyclischen durch Ausschaltung der Infrabasalia herleiten, eine dritte Gruppe, die er *Cryptocyclica* nennt. Die Vertreter dieser Gruppe sind wahrscheinlich die Nachkommen verschiedener älterer dicyclischer und wohl auch monocyclischer Familien. Das System Steinmann's ist folgendes:

1. *Monocyclica.*

Dorsalkapsel mit nur einem Basalkranz. Diese vorwiegend aus paläozoischen Formationen nachgewiesene Gruppe zerfällt nach der Beschaffenheit des Kelches in drei grosse Abtheilungen:

Kelchdecke meist mit fünf einfachen Oralplatten. Kelch ohne überzählige Kränze und ohne Analtafeln. Arme an den Radialia frei articulirend. 1. Fam. *Hyocrinacea.*

Kelchdecke starr, aus ± zahlreichen Tafeln bestehend, Mund und Ambulacra verhüllend. Radialkranz ohne IR, zuweilen mit einer Analtafel. Einige kleine überzählige R, die den Armgliedern gleichen, vorhanden. 2. Fam. *Platycrinacea.*

Kelchdecke starr, aus zahlreichen Tafeln bestehend, Mund und Ambulacra verdeckend, oft rüsselförmig ausgezogen, Dorsalkapsel mit ± zahlreichen, überzähligen radialen und interradialen Tafelkränzen. 3. Fam. *Actinocrinacea.*

2. *Dicyclica.*

Dorsalkapsel mit zwei Basalkränzen, von denen der untere häufig zur Verkümmerung neigt und unter dem Stiele versteckt sein kann. Diese Abtheilung enthält vorwiegend paläozoische Vertreter mit ± grosser Dorsalkapsel und mit starrer oder beweglicher Kelchdecke. Mund und Ambulacra meist unter der Munddecke versteckt. Zentralcanal zuweilen

in den Armen, aber fast nie in der Dorsalkapsel entwickelt. Die meisten Gruppen dürften in den jüngeren *Cryptocyclica* ihre Nachkommen besitzen.

Dorsalkapsel mit überzähligen Tafelkränzen. Kelchdecke starr. Mund und Ambulacra verdeckend. Analtafel im Radialkranze vorhanden. Arme gefiedert. Entsprechen den *Actinocrinacea* unter den *Monocyclica* (= *Camerata* zum Theil). Silur—Carbon. 1. Fam. *Rhodocrinacea.*

Dorsalkapsel mit überzähligen Tafelkränzen, aber diese + gelenkig verbunden. Kelchdecke beweglich. Arme meist reichlich verzweigt, aber ohne Fiederchen (= *Flexibilia*). Silur—Carbon.
2. Fam. *Ichthyocrinacea.*

Dorsalkapsel ohne überzählige Tafelkränze, aber oft mit Analtafel. Arme scharf vom Kelch abgesetzt. Kelchdecke fest oder + beweglich, meist in eine Analröhre oder einen Ventralsack ausgezogen (*Fistulata* zum Theil). Silur—Trias. 3. Fam. *Cyathocrinacea.*

3. *Cryptocyclica.*

Regelmässig fünfstrahliger Kelchbau, häutige, nur mit locker verbundenen Täfelchen versehene Kelchdecke, offener Mund und Ambulacren und vollständig ausgebildetes Canalsystem im Kelch. Dorsalkapsel ist oft klein und massiv, fast ganz auf die Radialia beschränkt; Basalia meist klein, Infrabasalia von aussen nie sichtbar. Ueber dem ersten Radiale beginnt stets die Gelenkung. Ueberzählige Radialkränze oft vorhanden, aber die dazwischen befindlichen Interradialia meist verschwunden oder durch Haut ersetzt. Der Stiel fehlt den jüngeren Formen meist, doch haften die letzten Glieder als ein mit Ranken besetzter Knopf am Kelch (Centrodorsale). Hierher gehört die Mehrzahl der mesozoischen und jüngeren Crinoiden.

Die hier unterschiedenen Gruppen dürften meist nur ähnliche Zustände verschiedener genetischer Reihen darstellen.

Die kleinen, zuweilen deutlich dicyclischen Kelche tragen reichlich verzweigte Arme, die von einigen überzähligen Radialiakränzen getragen werden. Basalia stets deutlich. Stiel mit Ranken. 1. Fam. *Pentacrinacea.*

Kelch + gross und weit, mit deutlichen Basalia. Stiel fast stets ohne Ranken, zuweilen rudimentär. 2. Fam. *Apiocrinacea*

Kurzgestielte oder aufgewachsene Kelche, die äusserlich nur Radialia erkennen lassen; Basalkranz fehlt. Zehn Arme oder Armzweige.
3. Fam. *Holopocrinacea.*

Stiellos. Centrodorsale meist mit Ranken. Arme einfach oder + reichlich verzweigt. 4. Fam. *Antedonacea.*

In der folgenden Aufzählung der Crinoiden ist eine genauer begründete Eintheilung innerhalb der einzelnen Familien und Gattungen nicht gegeben worden, da diese zur Zeit kaum möglich ist. Nur wem die Originalexemplare sämmtlicher bisher beschriebenen Arten zur Ver-

gleichung vorliegen, wird imstande sein, auf Grund derselben eine neue, dringend nothwendige Systematik aufzustellen. Bis dahin aber wird man am besten thun, die einzelnen Arten innerhalb ihrer Gattungen aufzuführen und die Gattungen einander folgen zu lassen. Die Eintheilung, welche Carpenter für die Gattung *Antedon* gegeben hat, ist trotz der von Hartlaub u. A. gemachten berechtigten Ausstellungen die einzige, welche die grosse Zahl der Arten in mehr oder minder gut begründete Gruppen vertheilt. Sie ist daher im Folgenden benutzt worden.

Nachtrag zum Literaturverzeichniss.

(12a) **Andersson, K. A.**, Brutpflege bei Antedon hirsuta Carpenter. 2 Taf. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar-Expedit. Bd. 5. 1905. p. 1—8, und Zool. Anz. Bd. 27. 1905. p. 662.

(21a) **Barrett, L.**, On two species of Echinodermata new to the fauna of Great Britain. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 2. Vol. 19. 1857. p. 32, 33.

(69a) **Bell, F. Jeffrey**, Notes on a collection of Echinodermata from Australia. Proc. Linn. Soc. N. S. W. Vol. 9. 1884 (1885). p. 496—507.

(69b) —— The Echinoderm fauna of the Island of Ceylon. Trans. Dublin Soc. 1887. p. 643—657. 2 Taf.

(84a) **Blainville, H. M. D. de**, Manuel d'Actinologie ou de Zoophytologie. Paris 1834. 694 p. 100 Taf. Crinoids. p. 247—265. Taf. 26—29.

(87a) **Breitfuss, L. L.**, Expedition für wissenschaftlich-praktische Untersuchungen an der Murman-Küste. Zoologische Studien im Barents-Meere; vorläufige Berichte. 1. Liste der Fauna des Barents-Meeres. Petersburg 1904. 8 p.

(134a) **Carpenter, P. H.**, Report upon the Crinoidea collected during the Voyage of H. M. S. the years 1873—1876. Part. 1. The stalked Crinoids. Rep. Challenger Zoology. Vol. 11. 1884. 442 p. 62 Taf.

(135) —— Report upon the Crinoidea collected during the Voyage of H. M. S. Challenger during tho years 1873—1876. Part. 2. The Comatulae. Rep. Challenger. Zoology. Vol. 26. 1888. 399 p. 70 Taf.

(138a) —— On encysting Myzostoma in Milford Haven. Nature. Vol. 32. 1885. p. 391.

(138b) —— The new British Myzostoma. Nature Vol. 33, 1885, p. 8.

(143a) —— The Comatulae of the William Barents Expeditions 1880—1884. Bijdragen tot de Dierkunde. Afl. 13. 1886. p. 1—12. 1 Taf.

(148) —— Zoologische Bijdragen tot de Kennis der Kara-Zee (Nederlandsche Pool-Expeditie 1882—1883). II. Report on the Comatulidae, in: Bijdragen tot de Dierkunde. Bd. 14. 1887. p. 42—49. 1 Taf.

(148a) —— Professor Perrier's historical criticisms. Zool. Anz. Jahrg. 10. 1887. p. 57—62, 84—88.

(148b) —— The suppossed Myzostoma-cysts in Antedon rosacea. Nature Vol. 35. 1887. p. 535.

(148c) Further remarks upon Professor Perrier's historical errors. Zool. Anz. Jahrg. 10. 1887. p. 262—265.

(161a) **Chadwick, Herbert C.**, On an Abnormal Specimen of Antedon rosacea. Studies of Biology from the brol. Dep. of the Owens College. Vol. 3. 1895. S. 263—266. 1 Taf. u. Ann. a. Mag. of nat. Hist. Ser. 6. Vol. 12. 1893.

(161b) —— Report on the Crinoidea collected by Professor Herdman, at Ceylon, 1902. Herdman, Rep. Pearl Oyster Fish. London. Part. 2. 1904 p. 151—158.

(168a) **Cuénot, L.**, Etudes morphologiques sur les Echinodermes. Arch. de Biol. T. 11. Fasc. 3, 1891. p. 313—680. 8 Taf.

(181a) **Döderlein, L.**, Die Echinodermen, in: Zool. Ergebnisse einer Untersuchungsfahrt des deutschen Seefischerei-Vereins nach der Bäreninsel und Westspitzbergen auf S. M. S. „Olga". Biol. Anst. Helgoland. 1900.

(181b) **Döderlein, L**, Arctische Crinoiden, in: Fauna Arctica, hrsg. v. Römer und Schaudinn. Bd. 4. 1905. Lief. 2. p. 395—406.

(181c) **Düben, M. W.**, og **Koren**, Oefversigt of Skandinaviens Echinodermer, in: K. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar for 1844. 1846.

(185a) **Eck, H.**, Bemerkungen über einige Encrinus-Arten. Zeitschr. d. deutsch. eo Ges. Jahrg. 1887. p. 540—558.

(196a) **Farquhar, H.**, On the Echinoderm fauna of New Zealand. Proc. Linnean Soc. N. S. Wales. Vol. 12. p. 300—327. 1898.

(197a) **Fischer, F.**, Echinodermen von Jan Mayen, in: Die internationale Polarforschung 1882/1883. Die österr. Polarst. Jan Mayen. Bd. 3. Viennae. 1886. p. 29—38.

(206a) **Fritsch, C. von**, Über Encrinus Carnalli Beyr. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 60. 1887. p. 83—84.

(212a) **Gräffe**, Uebersicht der Seetierfauna des Golfes von Triest nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten. Arbeiten d. Zoolog. Instit. Wien. Bd. 3. 1881.

(213a) **Graff, L. von**, Report on the Myzostomida collected during the Voyage o. of H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. Part 27. 1884.

(214a) —— Report on the Myzostomida. Supplement. Zool. Chall. Expedit. Part 61f. 1887. p. 1—16, 4 Taf.

(215a) **Grave, Casw.**, On the occurrence among Echinoderms of larvae with cilia arranged in transverse rings, with a suggestion as to their significance. Biol. Bull. Woods Holl. Vol. 5. 1903. p. 168—186. 11 Fig.

(224a) **Grieg, J. A.**, Echinodermen, von dem norwegischen Fischereidampfer „Michael Sars" 1901—1903 gesammelt. Teil 2. Crinoidea. Bergens Museum Aarbog f. 1903. N. 5. 39 p. 3 Fig.

(239a) **Hartlaub, Cl.**, Beitrag zur Kenntnis der Comatulidenfauna des indischen Archipels. Vol. Mitt. in: Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. Göttingen. 1890.

(239a) —— Beitrag zur Kenntniss der Comatulidenfauna des indischen Archipels. Nova Acta Leop.-Carol. Acad. d. Naturf. Bd. 58. 1891. N. 1. p. 1—120. 5 Taf.

(240b) **Hartog, M. M.**, On the true nature and function of the madreporic system in Echinodermata. Rep. British Assoc. 1887. p. 736.

(240b) — The true nature of the madreporic system of Echinodermata, with remarks on nephridia. Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. 5. Vol. 20. 1887. p. 321—326.

(241a) **Herdman, W. A.**, Report upon the Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea, and Holothuroidea of the L. M. B. C. District. First Report on the Fauna of Liverpool Bay, Liverpool 1886; Proc. Lit. Phil. Soc. Liverpool Vol. 40. 1886. p. 131—139.

(250a) **Hutton, F. W.**, Index Faunae Novae Zealandiae. London, Dulau & Co. 1904. 372 p. 8°.

(288a) **Lang, Arnold**, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Jena 1894. 8°.

(301a) **Loriol, P. de**, Note sur le genre Millericrinus. Assoc. Franç. pour l'avanc. d. Sc. Compte rendu de la 13. Sess. 1884. Part 2. p. 247—252.

(320a) **Ludwig, Hubert**, Brutpflege bei Echinodermen. Zool. Jahrb. Suppl. 7. Festschr. z. 70. Geburtstage v. A. Weismann. 1904. p. 683—699.

(320a) **Lütken, Chr. Fr.**, Oversigt over Grönlands Echinodermata samt over denne Dyreklasses geographiske og bathymetriske Udbrednings forhold i de nordiske Haw. Kjobenhavn 1857. 8°.

(334a) **v. Marenzeller, E.**, Südjapanische Anneliden. 3. Aphroditea, Eunicea. Denkschr. math. nat. Kl. Acad. Wien. Bd. 72. 1902. p. 563—582. 3 Taf.

(349a) **Michailovskij, M.**, Zoologische Ergebnisse der russischen Expeditionen nach Spitzbergen. Echinodermen. Annuaire Mus. Zool. Pétersbourg. T. 7. 1903. p. 460—546.

(349b) —— Die Echinodermen der zoologischen Ausbeute des Eisbrechers „Jermak" vom Sommer 1901. Annuaire Mus. Zool. Pétersbourg. T. 9. 1904. p. 157—188. 3 Fig.

(376a) **Nichols, A. R.**, A list of Irish Echinoderms. Proc. R. Irish Acad. Vol. 24 B p. 231—267. 1903.

(404a) **Perrier, E.**, Les explorations sous-marines. Paris 1886. 352 p. 8°.

(417a) **Preyer, W.**, Ueber die Bewegungen der Seesterne. 2. Hälfte. 1887. p. 191—233. 1 Taf. Mitt. a. d. zool. Station Neapel. Bd. 7, H. 2.

(426a) **Reichensperger, August**, Zur Anatomie von Pentacrinus decorus Wy. T. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 80. Heft 1. 1905. p. 1—36. 3 Taf. u. 1 Fig.

(427a) **Retzius, A. J.**, Anmarkningar vid Asteriae Genus. K. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. Bd. 4. 1783.

(432a) **Rofe, J.**, Note on the cause and nature of the enlargement of some crinoidal columns. Geol. Mag. Vol. 6. 1869. p. 351—353.

(440a) **Sars, M.**, Oversigt of Norges Echinodermer. Christiania 1861. 8°. 16 Taf.

(441a) —— Mémoires pour servir à la connaissance des Crinoides vivants. Christiania 1868. 4°. 6 Taf.

(455a) **Smith, Edgar**, Zoology of Rodriguez Crinoidea. Phil. Trans. R. Soc. London. Vol. 168. 1879.

(460a) **Springer, Frank**, Actinometra iowensis n. sp., a new unstalked Crinoid from the Florida Reefs. Bull. Lab. N. H. Jowa. 1903. p. 217—222. 1 Taf.

(465a) **Stuxberg, A.**, Echinodermer fran Novaja Semlja's haf samlade under Nordenskiöldska expeditionerna 1875 och 1876. Oefvers. Kongl. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1873. N. 3.

(465b) —— Die Evertebratenfauna des sibirischen Eismeeres. Die wissenschaftl. Ergebnisse der Vega-Expedition. Bd. 1. 1883. p. 481—600.

(465c) —— Evertebratfaunen i Sibiriens Ishaf. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 5. 1880. N. 22.

(476a) **Thomson, C. Wyville**, The depths of the sea. An account of the general results of the dredging of H. M. SS. „Porcupine" and „Lightning" during the summers of 1868, 1869 and 1870. London 1873. 8°. Mit Illustr.

(479a) **Todd, R. A.**, Notes on the Invertebrate Fauna and Fish-food of the Bays between the Start and Exmouth. Journ. Mar. Biol. Ass. Plymouth. Vol. 6. 1903.

(483a) **Vogt, Carl, und Yung Emil**, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Bd. 1. Braunschweig 1888.

(496) **Wachsmuth, C., and Springer, F.**, The Summit Plates in Blastoids, Crinoids, and Cystids, and their Morphological Relations. Proc. Acad. Nat. Sc. Philad. 1887. p. 82—114. 1 Taf.

(499) **Wagner, R.**, Die Encriniten des unteren Wellenkalkes von Jena. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 20, 1886. p. 1—32. 2 Taf.

Spezielle Systematik der lebenden Crinoideen.

I. *Monocyclica.*

Familie: *Hyocrinidae.* P. H. Crpt. 1884.

Gattung: *Hyocrinus* W. Thomson 1876.

Kelch des sehr zierlich gebauten Tieres hoch, aus drei dünnen Basalia und fünf dünnen, breiten Radalia zusammengesetzt. Kelchdecke mit fünf grossen, dreieckigen, getrennten Oralia und einer grossen Anzahl Suboralia. Fünf schlanke, lange, ungeteilte Arme mit abwechselnden Seitenästen, viel schmäler als die Radialtafeln. Armglieder vereinigt durch Syzygien in Gruppen von zwei oder drei; nur die Endglieder tragen Pinnulae. Stamm zusammengesetzt aus kurzen, zylindrischen Gliedern mit einfachen oder leicht gerieften Oberflächen. Art der Anheftung unbekannt. Länge des Kelches und der Arme 60 mm; Höhe des Kelches 7,25 mm.

1 Art: *bethallianus**) W. Th. 1876.

Verbreitung: Crozet-Inseln, abyssal**). (1600—1850 Faden.)

II. *Cryptocyclica.*

Familie: *Pentacrinidae* d'Orb. 1852.

Kelch klein, schüsselförmig, aus 5 Basalia und 5 Radialia zusammengesetzt, darüber zwei bis drei einfache Brachialia. Kelchdecke häutig, mit eingelagerten, sehr dünnen Kalktäfelchen. Arme kräftig, meist stark verzweigt, mit Pinnulae. Stiel lang, fünfkantig, selten zylindrisch, mit (5) wirtelförmig gestellten Zirren. Gelenkflächen der Stielglieder mit fünfblättriger Zeichnung. Trias bis Jetztzeit.

Gattung: *Pentacrinus* Mill. 1821.

Kleiner, kegelförmiger Kelch; Basalia bilden keinen geschlossenen Kranz. 3 Radialia. Arme einzeilig, stark verästelt; jeder Arm hat zuletzt 4 Äste mit Seitenzweigen, die Pinnulae tragen. Fünfkantige, zuweilen

---

*) Bei der Zusammenstellung der Artnamen hat mich Herr Dr. Meissner unterstützt.

**) Die Tiefen sind nach Martensen bezeichnet: litoral: 0—50 Faden; sublitoral: 50—300 Faden; archibenthal 300—1500 Faden; abyssal: 1500: ∞.

auch rande, aber dann Fünfstrahlige Stielglieder. Stiel lang, mit Nebenranken.

Verbreitung: Atlant., Pazif., Indischer Ozean, sublitoral bis archibenthal.

9 Arten: *alternicirrus* H. Crpt. 1884. — Kermadec Isl. (800—600 Faden).
? arndti Sigism. Schultze, Natf.-Vers. Karlsruhe 1858. — Ostindien,
Cf. Ann. Mag. Nat. Hist. 1862. p. 486. v. Martens, Ostasiat. Exped. I. p. 390. Anm. 87.
blakei H. Crpt. 1882. — Karaibisches Meer (120—200 Faden).
decorus Wyv. Th. 1864. — Karaibisches Meer, Strasse von Florida (84—667 Faden).
maclearanus Wyv. Th. 1877. — Südwestatlantischer Ozean 350 Faden).
mollis H. Crpt. 1884. — Nordwestpazif. Ozean. (565 Faden).
mülleri Oerst. 1856. — Karaibisches Meer, Strasse von Florida (84—531 Faden).
naresianus H. Crpt. 1884. — B. Kermadec-, Fiji-, Meangis-, Panglao- und Siquigor Isl. (500—1350 Faden).
wyville-thomsoni Jeffr. 1870. — Atlantischer Ozean (770—1095 Faden).

Gattung: *Isocrinus* F. Meyer 1837, emend. Bather 1900.

Basalia bilden einen geschlossenen Kranz oder sind klein und getrennt von den Radialia; I Brachialia (Kostalia) 2, ohne Pinnulae.

1 Art: *asteria* (L.) 1767 (XII. edition).

Verbreitung: Karaibisches Meer (120—200 Faden).

Gattung *Metacrinus* H. Crpt. 1884.

Basalia bilden einen geschlossenen Kranz. Mehr als 5 (bis 8) einfache Brachialia (Kostalia) über den 4—6 Radialia.

Verbreitung: Ind.-polynes. Meer, Japan, sublitoral bis archibenthal.

14 Arten: *angulatus* H. Crpt. 1884. — Arafura-See, Ki Isl. (140 Faden).
cingulatus H. Crpt. 1884. — Ebendaher.
costatus H. Crpt. 1884. — Meangis Isl. (500 Faden).
interruptus H. Crpt. 1884. — Philippinen-Inseln. (95 Faden).
moseleyi H. Crpt. 1884. — Meangis Isl. (500 Faden).
murrayi H. Crpt. 1884.
nobilis H. Crpt. 1884. — Arafura-See, Ki Isl. (140 Faden).
nodosus H. Crpt. 1884. — Kermadec Isl. (630 Faden).

rotundus H. Crpt. 1884. — Japan, Sagami-Bai (70 Faden).
stewarti H. Crpt. 1884. — Singapore (? Faden).
superbus H. Crpt. 1884. — Singapore (? Faden).
tuberosus H. Crpt. 1884. — Arafura-See b. Ki Isl. (140 Faden).
varians H. Crpt. 1884. — Kermadec Isl. (500 Faden).
wyvillei H. Crpt. 1884. — Kermadec Isl. (630 Faden).

Familie: *Apiocrinidae* d'Orb. 1852.

Kelch gross, eiförmig oder kugelig, besteht aus dicken Tafeln, den 5 gleich grossen Basalia, 5 Radialia und 2×5 fixierten Kostalia und dem Zentrodorsale. Distichalia können vorhanden sein. Interradialia zuweilen in allen 5 Interradien.

Arme einzeilig, verästelt, mit langen Pinnulae. Stiel lang, kreisrund. fünfkantig, ohne Zirren, mit verdickter Wurzel. Jura bis Jetztzeit.

Gattung: *Calamocrinus* A. Ag. 1890.

Basalia geneigt zur Verschmelzung. Radialia seitlich durch ein Ligament verbunden. Arme einzeilig; jeder gibt fünf unverzweigte Äste ab, zwei rechts, drei links, oder umgekehrt. Das erste Axillare ist das 10. oder 11. Brachiale. Kleine Interbrachialia ruhen auf den Radialia und gehen in die undurchbohrten Interambulakria über, und diese in die durchbohrten.

Fünf undurchbohrte Platten in den Interradialecken des Peristoms hielt Agassiz für Oralia. — Stamm lang und glatt, Wurzel mit einer Rinde überzogen (inkrustirt).

Verbreitung: Peruanisches Meer, archibenthal.

1 Art: *diomedae* A. Ag. 1890. — Galapagos-Inseln (392 Faden).

Familie: *Bourgueticrinidae* Loriol 1882.

Kelch blein, birnförmig, besteht aus fünf Basalia und fünf Radialia und Zentrodorsale. Kelchdecke häutig, mit fünf Oralia. Interambulakren ungetäfelt. Ambulakra mit Deckplättchen, ohne Seitenplättchen.

Fünf dünne Arme, einzeilig, paarweise durch Syzygialnähte verbunden, mit langen Pinnulae. Stiel mit zahlreichen Zirren, aus hohen, zylindrischen, gelenkig verbundenen Gliedern zusammengesetzt, mit Wurzelausläufern. Jura bis Jetztzeit.

1. Gattung: *Rhizocrinus* Sars 1865, emend. H. Crpt. 1884 (syn. *Democrinus* E. Perr. 1883).

Basalia sehr hoch, dick, oft verschmolzen. Radialia niedrig, oft 4, 6 oder 7 Radien. Stiel dünn, mit verästelter Wurzel.

Verbreitung: Sublitoral bis archibenthal.

2 Arten: *lofotensis* Sars 1864. — Atlantischer Ozean (80—955 Faden)
rawsoni Pourt. 1874. — Azoren (73—1280 Faden).
(*parfaiti* E. Perr. C. R. 1883. Traité 1891 ist nach Carpenter nur verstümmelte *rawsoni*. — Cf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5. T. XI. p. 334 ff.)

2. Gattung: *Bathycrinus* Wyv. Th. 1872, emend. H. Crpt. 1884 (syn. *Ilycrinus* Dan. 1877).

Kelch dehnt sich aus oberhalb der Basalia, welche zu einer dicken Scheibe ohne sichtbare Nähte verschmolzen sind, die nur wenig breiter sind als die oberen Stammglieder. Radialia trapezförmig geformt und zu einem tassenkopfähnlichen Gebilde vereinigt. Costalia und Distichalia verbunden durch trifasziale Gelenke. Armglieder paarweise verbunden durch trifasziale Gelenke (ausgenommen das 3. 6. und 9.).

Interradien der Scheibe sind nackt oder mit lockeren Ambulakralplatten bedeckt oder von einer einzigen Oralplatte getragen.

Ambulakren haben Deckplättchen ohne Seitenplättchen. After auf einem kurzen Kegel gelegen. Stamm besteht aus würfelförmigen Gliedern mit verzweigter Wurzel. Die oberen Glieder tragen keine Zirren.

Verbreitung: Archibenthal bis abyssal.

4 Arten: *aldrichianus* Wyv. Th. 1876. — Stiller Ozean (1375—1600 Faden).
campbellianus H. Crpt. 1884. — Mittelatlantischer Ozean (1850 Faden).
carpenteri (Dan. Kor.) Dan. 1892. Nordostatlantischer Ozean (1050—1495 Faden).
gracilis Wyv. Th. 1872. — Ostatlantischer Ozean (1280—2435 Faden).
recuperatus E. Perr. Traité 1891. Atlantischer Ozean abyssal (an nomen nudum?).

Familie: *Holopidae* Zitt.

Kelch becherförmig, aus fünf verschmolzenen Radialia gebildet, welche mit breiter Fläche unmittelbar festgewachsen sind oder von einem ungeteilten Basalkranz getragen werden. Kelchdecke mit fünf grossen dreieckigen Oralplatten und zahlreichen kleinen Interambulakralia. Arme einzeilig, ungeteilt, stark eingerollt, aus sehr dicken Gliedern bestehend. Stiel verkürzt oder fehlt. Jura bis Jetztzeit.

Gattung: *Holopus* d'Orb. 1837, emend. H. Crpt. 1884.

Stiel fehlt; der Kelch ist mit der Unterlage durch eine unregelmässig ausgebreitete Kalkmasse befestigt.

1 Art: *rangi* d'Orb. 1837. — Antillen (100—120 Faden).

Familie: *Comatulidae* d'Orb. 1837.

Kelch aus fünf mehr oder weniger verkümmerten Basalia und fünf Radialia zusammengesetzt, darüber zwei Reihen oder mehr Brachialia (Kostalia, Distichalia etc.). Zentrodorsale mit Ranken. Kelchdecke häutig, selten mit dünnen Täfelchen. 5 bis 20 Arme, mehr wechselzeilig, nicht vergabelt, mit Pinnulae. In der Jugend gestielt und festgeheftet, später freischwimmend, ungestielt.

Gattung: *Thaumatocrinus* H. Crpt. 1883.

Kelch gebildet von fünf Basalia, die einen geschlossenen Kranz bilden, und fünf Radialia, die durch fünf Interradialia, welche auf dem Basalkranze ruhen, getrennt werden. Brachialia nicht in den Kelch einbezogen. Fünf getrennte Oralplatten bilden eine Pyramide um die Mundöffnung. Zwischen Oralplatten und Kelchrand zwei bis drei Reihen von kleinen Interambulakraltäfelchen. Keine Ambulakralia. Das anale Interradiale trägt einen kurzen, fünfgliedrigen Anhang. Kurzer Analtubus im hinteren Interradius. Fünf Arme ungeteilt mit Pinnulae. Zentrodorsale mit Zirren. Sakkuli fehlen.

Verbreitung: Abyssal.

1 Art: *renovatus* H. Crpt. 1883. — Südsee (1800 Faden), in nur einem, offenbar jungen Exemplar bekannt.

Gattung: *Atelecrinus* H. Crpt. 1881.

Kelch gebildet von fünf Basalia, die einen geschlossenen Kranz bilden, und fünf Radialia. Arme ungegabelt, zweites Brachiale (Distichalia) lang, die ersten 8 oder 16 Glieder ohne Pinnulae. Zentrodorsale mit Zirren, die in fünf vertikalen Doppelreihen stehen. Sakkuli vorhanden.

Verbreitung: Sublitoral bis archibenthal.

3 Arten: *balanoides* H. Crpt. 1881. — Golf von Mexiko (291—422 Faden).
cubensis (Pourt.). — Golf von Mexiko (450 Faden).
wyvillei n. sp. 1881. — Tropisch-pazifisch. Fiji (610 Faden).

Gattung: *Eudiocrinus* H. Crpt. 1882
(syn. *Ophiocrinus* Semper).

Kelch und Zentrodorsale ähnlich der Gattung *Antedon*: aber die Radialia tragen die Brachialia direkt, ohne Dazwischentreten von Axillaria.

so dass die fünf Arme ungetheilt bleiben. Mundöffnung zentral. Sakkuli vorhanden oder fehlend.

Verbreitung: Litoral bis archibenthal.

6 Arten: *atlanticus* Perr. 1883. — Biscaya-Bai (486 Faden).
granulatus J. Bell 1894. — Macclesfield B. K. (30—40 Faden).
indivisus (Semp.) 1868. — Philippinen (30 Faden).
japonicus H. Crpt. 1882. — Südjapan (300—365 Faden).
semperi H. Crpt. 1882. — St. Jackson. Südpacific. (703—Faden).
varians H. Crpt. 1882. — Luzon (1050 Faden).

Gattung: *Promachocrinus* H. Crpt. 1879.

Kelch besteht aus zehn Radialia, aber nur fünf Basalia. Mund zentral. Ambulacra symmetrisch verteilt und ohne Skelett. Zentrodorsale hemisphärisch oder konisch, mit zahlreichen Zirren. Sakkuli gut entwickelt.

Verbreitung: Litoral bis abyssal.

3 Arten: *abyssorum* H. Crpt. 1879. — Südsee (1600—1800 Faden).
kerguelensis H. Crpt. 1879. — Kerguelen (28—120 Faden).
naresi H. Crpt. 1879. — Meangis Isl. (500 Faden).

Gattung: *Antedon* Frém. 1811.

Scheibe mit zentraler oder subzentraler Mundöffnung und fünf gleichmässigen Ambulakralfurchen, die sich auf alle Arme erstrecken. Zehn oder mehr Arme, die alle dieselbe Länge haben und ein Ambulakralskelett besitzen können, das in den Pinnulae am besten differenziert ist. Sakkuli wenn auch nicht immer, doch gewöhnlich in den Pinnulä vorhanden. Zentrodorsale gewöhnlich etwas halbkugelig oder konisch, selten scheibenförmig und mit wenigstens 20 Zirren, oft auch mehr, welche nur wenig von seiner unteren Fläche frei lassen. Äussere Flächen der Radialia relativ hoch, mit grossen Muskelplatten und stark geneigt gegen die Vertikalachse des Kelches (Carpenter, Challenger, Vol. 26, p. 88).

Die grosse Zahl der *Antedon*-Arten wurde von P. H. Carpenter in vier grosse Gruppen oder Serien eingeteilt. Seiner Einteilung legte er die Lage der ersten Syzygie zugrunde, sowie die Art und Weise der etwaigen Verzweigungen der Radien.

Hartlaub (239a) hat sich in seiner Arbeit über die Comatulidenfauna des Indischen Archipels der Carpenterschen Einteilung angeschlossen. Er betont, dass die besten Merkmale der Gattung *Antedon* die zentrale Lage der Mundöffnung und die damit zusammenhängende Gleichmässigkeit der Ambulakren und das fast konstante Vorhandensein der Sakkuli, besonders an den Pinnulae, sei. Weniger konstant sei die halbkugelige

oder konische Form des Zentrodorsale. Wenn diese auch für die *Basicurva*-Gruppe die Regel bilde, so sei doch unter den mehr litoralen Arten der *Milberti*-, *Palmata*- und *Savignyi*-Gruppe die flache oder selbst leicht eingesenkte Scheibenform des Zentrodorsale nicht ungewöhnlich.

Die Gattung *Antedon* ist kosmopolitisch, ihr Vorkommen litoral bis abyssal. Es sind arktische und antarktische Formen bekannt; der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt aber im Indischen Ozean und Polynesien und in der Karaibischen See. Einzelne Gruppen sind auf gewisse Meere beschränkt, wie die fast nur atlantische *Tenella*-Gruppe; anderseits sind einzelne Arten wie *A. carinata* ausserordentlich weit verbreitet. Weiter kommt Hartlaub zu dem Ergebnis, dass vom bathymetrischen Gesichtspunkt aus ein strenger Gegensatz zwischen Tiefsee- und Flachwasser-Arten nicht zu finden sei. Einzelne Gruppen seien zwar auf die Tiefen angewiesen, wie die *Basicurva*- und *Acoela*-Gruppe, und zeigten auch bestimmte Charaktere, wie die Täfelung der Ambulakren, während beispielsweise in der *Tenella*-Gruppe Arten vereinigt seien, von denen einzelne, wie *A. abyssorum* und *A. abyssicola* zu den tiefsten Vertretern der Gattung zählen, andere dagegen, wie *A. rosacea* des Mittelmeeres, ganz litoral sei.

Antedon, Serie 1.

Die beiden äusseren Radialia sind durch Syzygien verbunden.

3 Arten: *elegans* J. Bell 1884 = (*fluctuans* H. Crpt. 1888) (49 Faden).
microdiscus J. Bell 1884. — (8 Faden).
multiradiata H. Crpt. 1888. — (6 Faden).

Antedon, Serie 2.

Die beiden äusseren Radialia gelenkig verbunden. Mit zehn Armen. Die grosse Zahl hierhergehöriger Arten teilt Carpenter in fünf Gruppen, die er nach der ältestbekannten oder einer besonders typischen Art benannt hat. Es sind folgende Gruppen:

1. *Basicurva.* Die Radialia und unteren Brachialia haben abgeplattete Seiten. Pinnulae-Ambulakra gewöhnlich getäfelt.
2. *Acoela.* Die Radien nicht seitlich abgeplattet. Pinnulae-Ambulakra gut getäfelt.
3. *Eschrichtii.* Die ersten zwei oder drei Paare der Pinnulae lang und geisselförmig, mit zahlreichen kurzen und breiten Gliedern.
4. *Tenella.* Die Glieder der untersten Pinnulä, die oft lang und dünn sind, sind länger als breit, oft ziemlich beträchtlich.
5. *Milberti.* Die ersten Paare der Pinnulae sind verhältnismässig klein und ihre Glieder nur wenig länger als breit;

ein oder mehrere von dem zweiten, dritten und vierten Paare sind länger und kräftiger, mit dickeren Gliedern als die nachfolgenden.

1. Die *Basicurva*-Gruppe.

Die Radialia und unteren Brachialia mit abgeplatteten Seiten; Ambulakra der Pinnulae gewöhnlich getäfelt.

Diese Gruppe enthält Arten meist aus grösseren Tiefen, die bis auf drei vom Challenger gesammelt und von Carpenter beschrieben worden sind, zumeist aus dem Pazifischen Ozean.

Vorkommen: Zwischen 49—1600 Faden.

23 Arten: *aculeata* H. Crpt. 1888. — *acutiradiata* H. Crpt. 1888. — *agassizi* Cl. Hartl. 1895. — *basicurra* H. Crpt. 1884. — *bispinosa* H. Crpt. 1888. — *brevipinna* Pourt. 1868. — *breviradiata* H. Crpt. 1888. — *denticulata* H. Crpt. 1888. — *duplex* H. Crpt. 1886. — *echinata* H. Crpt. 1888. — *flexilis* H. Crpt. 1888. — *gracilis* H. Crpt. 1888. — *incerta* H. Crpt. 1888. — *incisa* H. Crpt. 1888. — *latipinna* H. Crpt. 1888. — *longicirra* H. Crpt. 1888. — *lusitanica* H. Crpt. 1888. — *multispina* H. Crpt. 1888. — *parvipinna* H. Crpt. 1888. — *pusilla* H. Crpt. 1888. — *spinicirra* H. Crpt. 1888. — *tuberosa* H. Crpt. 1888. — *valida* H. Crpt. 1888.

2. Die *Acoela*-Gruppe.

Die Radien sind seitlich abgeplattet. Ambulakra der Pinnulae wohl getäfelt.

Diese Gruppe schliesst nur zwei Arten ein, welche voneinander differieren in beinahe allen Charakteren der Zirren, Arme und Pinnulae, die aber mit der *Basicurva*-Gruppe verwandt sind durch das Vorhandensein einer wohl getäfelten Scheibe und eines gut ausgebildeten Ambulakralskelettes, Eigenschaften die bei keiner andern zehnarmigen *Antedon* sich finden.

Vorkommen: 140 und 500 Faden, Westpolynesien.

2 Arten: *acoela* H. Crpt. 1888.
discoidea H. Crpt. 1888.

3. Die *Eschrichtii*-Gruppe.

Die ersten zwei oder drei Pinnulae lang und geisselförmig, mit zahlreichen kurzen und breiten Gliedern.

Diese Gruppe ist in ihren zoologischen Charakteren und in ihrer geographischen und thermischen Verbreitung gut bestimmt. Von den acht Arten sind drei arktisch und vier antarktisch.

Vorkommen: Litoral bis archibenthal.

8 Arten: *antarctica* H. Crpt. 1888. — *australis* H. Crpt. 1888. — *barentsi* H. Crpt. 1888. — *eschrichti* (J. Müll. 1841). — *magellanica* J. Bell 1882. — *quadrata* H. Crpt. 1888. — *rhomboidea* H. Crpt. 1888. — *tanneri* Cl. Hartl. 1895. —

4. Die *Tenella*-Gruppe.

Die Glieder der untersten Pinnulae, die oft lang und dünn sind, sind länger wie breit, oft um ein beträchtliches.

Vorkommen: Atlantic und zirkumpolare Meere. Archibenthal und abyssal.

28 Arten: *abyssicola* H. Crpt. 1888. — *abyssorum* H. Crpt. 1888. — *alternata* H. Crpt. 1888. — *angustipinna* H. Crpt. 1888. — *armata* Pourt. 1869. — *bifida* Penn. (cf. *rosacea* Linck) nach J. Bell, British Ech. 1893. — *bigradata* Cl. Hartl. 1895. — *columnaris* H. Crpt. 1869. — *cubensis* Pourt. 1869. — *dübeni* Bölsche 1866. — *exigua* H. Crpt. 1888. — *hageni* Pourt. 1867. — *hirsuta* H. Crpt. 1888. — *hupferi* Cl. Hartl. 1895. — *hystrix* H. Crpt. 1888 (= *prolixa* Sladen n. Carp.) — *laevis* H. Crpt. 1888. — *lineata* H. Crpt. 1888. — *longipinna* H. Crpt. 1888. — *milleri* (J. Müll.) 1847. — *nana* Cl. Hartl. 1891. — *parvula* Cl. Hartl. 1895. — *petasus* (D. K.) 1844. — *phalangium* (J. Müll.) 1847. — *remota* H. Crpt. 1888. — *sarsi* D. K. = *tenella* Crpt. 1891. — *tenella* Retz. 1783. — *tennicirra* H. Crpt. 1888. — *sp.* Cl. Hartl. 1895.

5. *Milberti*-Gruppe.

Das erste Paar Pinnulae ist verhältnismässig klein, und ihre Glieder sind nur wenig länger als breit. Eine oder mehrere Pinnulae von dem zweiten, dritten und vierten Paare sind länger und kräftiger, mit dickeren Gliedern als die folgenden. Nach Carpenter enthält diese Gruppe etwas heterogene Elemente.

Vorkommen: Westliches Polynesien, litoral.

16 Arten: *afra* (Ltk. M. C.) Cl. Hartl. 1891. — *anceps* H. Crpt. 1888. — *carinata* (Lm.) 1816. — *carpenteri* J. Bell 1884. — *iaponica* Cl. Hartl. 1891. — *informis* H. Crpt. 1888. — *laevissima* (Gr.) 1875. — *loveni* J. Bell 1884 = *perspinosa* Hartl. 1901. — *milberti* (Müll.) 1849 (als Synonym dazu *laevissima* H. Crpt.: Hartl. 1891. — *parvicirra* H. Crpt. 1888. — *perspinosa* H. Crpt. 1881. — *pinniformis* H. Crpt. 1881 — *pumila* J. Bell (gehört nicht in diese Gruppe, Ann. Mag. 1889. p. 292). — *serripinna*

H. Crpt. 1881. — *tesselata* (J. Müll.) 1846. — *variipinna* H. Crpt. 1881.

Eine Anzahl von Arten mit zehn Armen konnte H. Carpenter nicht in diese Gruppen einreihen. Es waren *A. balanoides*, *bidens*, *adeonae*, *laevipinna*, *defecta* und *impinnata*; er führte sie als Anhang zu seiner Serie 2 auf. Zu ihnen kommen die weiter unten angeführten hinzu.

Incertae sedis:

adeonae (Lm.) 1835. — *balanoides* H. Crpt. 1888. — *bidens* J. Bell 1884. — *defecta* H. Crpt. 1888. — *impinnata* H. Crpt. 1888. — *laevipinna* H. Crpt. = *milberti* Cl. Hartl. 1891.

wilsoni J. Bell 1888.
incommoda J. Bell 1888 = *pumila* J. Bell 1889.
bassett-smithi J. Bell 1894. — Macclesfield B. K. (13—16 Faden).
brevicirra J. Bell 1894. — Macclesfield B. K. (30—35 Faden).
fieldi, *flavomaculata*, *inopinata*, *moorei*, *vicaria* } J. Bell 1894. Macclesfield B. K. (13—40 Faden).
agassizi Cl. Hartl. 1895. — Golf von Panama (782 Faden). Galapagos (327—684 Faden).
bigradata Cl. Hartl. 1895. — Golf von Panama (355 Faden) zwischen Chattam und Hood Isl. (385 Faden).
parvula Cl. Hartl. 1895. — Cocos Isl. (978 Faden).
subtilis Cl. Hartl. 1895. — Java-See.
tanneri Cl. Hartl. 1895. — Golf von Panama (286 Faden).
macrodicus Hara 1895. — Misaki (Japan) (3 Faden).

Antedon, Serie 3.

Arten, deren Radien sich so teilen, dass die aus der ersten Teilung hervorgehenden beiden Stämme (Distichalia) aus zwei Gliedern bestehen.

1. *Spinifera*-Gruppe.

Arten mit zweigliedrigen Distichalstämmen, deren radiale Axillaria und zunächstfolgende Glieder abgeplattete Seiten haben, und deren Pinnulae ein deutliches Ambulakralskelett besitzen.

Vorkommen: Meist in grösseren Tiefen, Karaibisches Meer; *A. mucronata* Ostküste Australiens.

12 Arten: *brevipinna* Pourt. — *compressa* H. Crpt. 1888. — *conifera* Cl. Hartl. 1891. — *duplex* H. Crpt. (1888). M. S. — *flexilis* H. Crpt. 1888. — *lusitanica* H. Crpt. 1888. — *macronema* (J. Müll.) 1846. — *patula* H. Crpt. 1888. — *pourtalesi* H. Crpt. 1888. M. S. — *quinquecostata* H. Crpt. 1888. — *robusta* H. Crpt. 1888. — *spinifera* H. Crpt. 1881.

An diese *Spinifera*-Gruppe reiht Hartlaub 1893 die Art *Antedon andersoni* H. Crpt. 1889 an, welche zur Serie 3 gehört, sich aber weder der *Spinifera*-, noch der folgenden *Palmata*-Gruppe zuteilen lässt.

2. *Palmata*-Gruppe.

Scheibe ungetäfelt, ohne bestimmtes Ambulakralskelett. Die Seiten der unteren Brachialia sind, wenn überhaupt, kaum abgeplattet. Die erste Pinnula ist kleiner als die folgende.

Arten mit zweigliedrigen Distichalstämmen.

Vorkommen: In den Tropen, meist litoral, Indischer Ozean, östlich bis zu den Sandwichinseln, westlich bis zum Roten Meere. (Eine Bestimmungstabelle dieser Arten findet sich bei Hartlaub 1893.)

38 Arten: *aequipinna* H. Crpt. 1882. — *articulata* (J. Müll.) 1846. — *bella* Cl. Hartl. 1890. — *bella* Cl. Hartl. 1890, var. *brunnea* Cl. Hartl. 1891. — *bimaculata* H. Crpt. 1881. — *brevicuneata* H. Crpt. 1881. — *clarae* Cl. Hartl. 1891. — *clemens* H. Crpt. 1888. — *coniungens* H. Crpt. 1888. — *disciformis* H. Crpt. 1888. — *döderleini* Loriol 1890. — *elongata* (J. Müll.) 1849. — *emendatrix* J. Bell 1892; Ann. Mag. von Mauritius. — *erinacea* Cl. Hartl. 1891. — *finschii* Cl. Hartl. 1891. — *flagellata* (J. Müll.) 1849. — *gyges* (J. Bell) 1884. — *imparipinna* H. Crpt. 1882. — *indica* (Smith) 1879. — *klunzingeri* Cl. Hartl. 1890. — *laevicirra* H. Crpt. 1881. — *manca* H. Crpt. 1888. — *marginata* H. Crpt. 1888. — *monacantha* Cl. Hartl. 1890. — *occulta* H. Crpt. 1888. — *okelli* Chadwick 1904. — *oxyacantha* Cl. Hartl. 1891. — *palmata* (J. Müll.) 1849. — *protecta* Lütk. = *imparipinna* nach Cl. Hartl. 1891. — *regalis* H. Crpt. 1888. — *reginae* J. Bell 1884. — *similis* H. Crpt. 1888 = *brevicuneata* Cl. Hartl. 1890. — *spicata* H. Crpt. 1881. — *spinipinna* Cl. Hartl. 1891. — *subtilis* Cl. Hartl. 1890. — *tenuipinna* Cl. Hartl. 1891. — *tenerea* (Ltk. M. S.) Cl. Hartl. 1891 — *tuberculata* H. Crpt. 1888.

Antedon, Serie 4.

Arten, deren distichale Stämme dreigliedrig sind, die ersten beiden gelenkig verbunden, der dritte durch Syzygie.

1. *Granulifera*-Gruppe.

Die unteren Partien der Radien sind seitlich abgeplattet. Getäfelte Ambulakra. Arten mit dreigliedrigen Distichalstämmen.

Vorkommen: In grösseren Tiefen (zwischen 375—630 Faden). Pazifischer, südatlantischer Ozean, Carribran Islands.

6 Arten: *angusticalyx* H. Crpt. 1888. — *distincta* H. Crpt. 1888. — *granulifera* H. Crpt. 1888. — *inaequalis* H. Crpt. 1888. — *multispina* H. Crpt. 1888. — *porrecta* H. Crpt. 1888.

2. *Savignyi*-Gruppe.

Drei Distichalia. Die Basis der Radien nicht seitlich abgeplattet. Arten mit ungetäfelter Scheibe, ohne bestimmtes Ambulakralskelett. Bei einzelnen Arten, *A. nematodon, crassipinna* u. a., treten nach Hartlaub neben dreigliedrigen Distichalstämmen eine Anzahl zweigliedriger auf. — Eine Bestimmungstabelle findet sich bei Hartlaub (Comatulidenfauna des Indischen Archipels, p. 16).

Vorkommen: Litoral, von der afrikanischen Küste und dem Roten Meere nach dem Indischen Archipel und den pazifischen Inseln.

17 Arten: *acuticirra* H. Crpt. 1882 = *ludovici* Cl. Hartl. 1891 — *affinis* Cl. Hartl. 1891. — *anceps* H. Crpt. 1888. — *angustiradia* H. Crpt. 1888. — *bengalensis* Cl. Hartl. 1891. — *bipartipinna* H. Crpt. = *ludovici?* Cl. Hartl. 1891. — *brockii* Cl. Hartl. 1891. — *crassispina* Cl. Hartl. 1891. — *kräpelini* Cl. Hartl. 1891. — *ludovici* H. Crpt. 1882. — *martensi* Cl. Hartl. 1891. — *nematodon* (Ltk. M. S.) Cl. Hartl. 1891. — *philiberti* (J. Müll.) 1841. — *quinduplicava* H. Crpt. 1888. — *reynaudi* (J. Müll.) 1841. — *savignyi* (J. Müll.) 1841. — *variipinna* H. Crpt. 1882.

Gattung: *Actinometra* J. Müll. 1841, emend. H. Crpt. 1887.

Scheibe mit exzentrischer Mundöffnung und einer variierenden Anzahl von ungleichmässigen Ambulakren, von denen mindestens zwei hufeisenförmig das Analfeld umschliessen. Einige der Arme, gewöhnlich nur die hinteren, können kürzer sein als die übrigen, ungefurcht und ohne Tentakel. Weder Arme noch Pinnulae haben irgend ein bestimmtes Ambulacralskelett. Sakkuli fehlen vollständig. Einige der unteren Pinnulae haben endständige Kämme.

Zentrodorsale gewöhnlich scheibenförmig, mit fünfzehn bis zwanzig Zirren, selten mehr; zuweilen pentagonal oder sternförmig, mit keiner

Spur von Zirren, gelegentlich halbkugelig und fast von den Zirren bedeckt. Äussere Flächen der Radialia relativ breit, mit kleinen Muskelplatten und fast oder ganz parallel zur Vertikalachse des Kelches. (Carpenter, Challenger, Vol. 26. p. 267.)

Diese Carpentersche Diagnose legt das Hauptgewicht auf die exzentrische Lage der Mundöffnung und auf den Besatz von Kämmen am Ende der unteren Pinnulae. Weitere Hauptmerkmale sind das Fehlen des Skelettes an Armen und Pinnulae und der Sakkuli. Carpenter teilt diese Gattung in eine Anzahl Serien mit Gruppen, eine Einteilung, welcher Hartlaub in seiner Comatulidenfauna des Indischen Archipels gefolgt ist.

Nach Carpenter ist die geographische und bathymetrische Verbreitung der Gattung *Actinometra* beschränkter wie die von *Antedon*. Ihre nördliche Grenze ist der 36. Breitengrad, ihre südlichste etwa der 37. (Port Philipp). Sie beschränkt sich mehr auf die östliche Halbkugel, als auf die westliche. Einzelne Arten sind bekannt von Südjapan ihre Heimat ist der Indische Ozean, die Ostküste von Australien bis Port Jackson, und eine Art, *A. trichoptera*, trifft man von letztgenanntem Ort bis Port Philipp. *A. pulchella* ist die einzige Art, welche beiden Seiten des Atlantischen Ozeans gemeinsam ist. Sämtliche Arten leben in geringen Tiefen. *A. pulchella* wurde in Tiefen von 70—812 Faden angetroffen, ist aber keine spezifische Tiefseeform. In der eigentlichen Arctis und Antarctis fehlt diese Gattung.

Serie 1.

Die beiden äusseren Radialia und die ersten beiden Brachialia je durch eine Syzygie verbunden.

1. *Solaris*-Gruppe . . Zehn Arme.
2. *Paucicirra*-Gruppe Zwei Distichalia durch Syzygie vereinigt.
3. *Typica*-Gruppe . . Drei Distichalia, das Axillare mit Syzygie.

1. *Solaris*-Gruppe.

Zehn Arme. Die beiden äusseren Radialia und die ersten Brachialia je durch Syzygie vereinigt.

3 Arten: *brachiolata* (Lm.) 1816. — *pectinata* (Retz.) 1783. — *solaris* (Lm.) 1816.

2. *Paucicirra*-Gruppe.

Zwei Distichalia, durch Syzygie vereinigt. 20 Arme oder mehr. Die beiden äusseren Radialia und die ersten beiden Glieder nach jedem Axillare durch Syzygie verbunden.

1 Art: *paucicirra* J. Bell 1884. 3—12 Faden. Arrou Isl., Torres-Strasse, Queensland.

3. *Typica*-Gruppe.

Drei Distichalia, das Axillare mit dem vorhergehenden Gliede durch Syzygie verbunden.

Vorkommen: Pazifischer Ozean, 16—600 Faden.

5 Arten: *distinca* H. Crpt. 1888. — *gracilis* Cl. Hartl. 1891. — *multibrachiata* H. Crpt. 1888. — *novaeguineae* (J. Müll.) 1841. — *typica* (Lov.) 1866.

Hartlaub hat gegen die Aufstellung dieser *Typica* Bedenken erhoben. Er sagt folgendes: „Es war nun, wie mir scheint, keine sehr glückliche Wahl, gerade *Act. typica* zum Typus dieser Gruppe zu machen, weil die syzygiale Natur der Verbindung der beiden äusseren Radialia eine strittige ist und es somit nicht feststeht, ob man überhaupt *Act. typica* zu Carpenters erster Serie zählen darf. Lovén hielt die von Carpenter als Syzygie betrachtete Verbindung für eine gelenkige, und ich möchte mich nach genauer Untersuchung der Sache dieser letzteren Auffassung anschliessen. *Act. typica* mag in jeder andern Beziehung den mit ihr vereinigten Arten *Act. distincta* Carp., *Nova Guineae* Müll. und *multibrachiata* Carp. am nächsten stehen, die Verbindung aber ihrer beiden äusseren Radialia für syzygial zu halten, hiesse ihr, wie mir scheint dem System zuliebe einen Charakter beilegen, den sie nicht besitzt. Es fehlt ihr die für alle syzygialen Verbindungen charakteristische radiäre Skulpturierung der sich berührenden Flächen; dagegen hat sie, ganz wie die Verbindung der beiden ersten Distichalia, deutlich konzentrische Erhabenheiten und in der Mitte eine Gelenkachse in Form einer, wenn auch nur schwach angedeuteten Vertikalleiste. Ausserdem sieht man auf Querschliffen, dass die Gelenkflächen eine deutliche Epiphyse besitzen, d. h. eine allen Gelenkverbindungen zukommende Kalkmasse, die der des Gliedkörpers aufgelagert und von ihr durch eine dichtere Kalkschicht getrennt ist. Auch muss man sagen, dass das Ansehen der betreffenden Gelenkflächen sich in nichts Wesentlichen von dem unterscheidet, wie wir es z. B. bei der zur *Parvicirra*-Gruppe gehörigen *Act. regalis* Carp. finden.“ Daher stellt Hartlaub seine neue Art zu keiner der Carpenterschen Gruppen.

Serie 2.

Die beiden äusseren Radialia gelenkig verbunden. Zehn Arme.

4. *Echinoptera*-Gruppe.

Es fehlen die Syzygien zwischen den beiden äusseren Radialien und den beiden ersten Brachialien.

Vorkommen: Westatlantischer Ozean.

6 Arten: *blakei* H. Crpt. 1888. — *cumingi* (J. Müll.) 1847. — *echinoptera* (J. Müll.) 1841. — *meridionalis* (Pourt.)

1869. — *pulchella* (Pourt.) 1878. — *rubiginosa* (Pourt.) 1869.

Serie 3.

Zwei gelenkig verbundene Distichalia.

5. *Stelligera*-Gruppe.

Zwei gelenkig verbundene Distichalia. Die Palmaria und die folgenden Teilungsserien haben, wenn vorhanden, denselben Charakter, aber die ersten beiden Brachialia sind durch Syzygie vereinigt.

Vorkommen: Indischer Archipel und Polynesien. *Act. pulchella* Pourt. ausserdem im Atlantischen Ozean, besonders im Karaibischen Meer, litoral bis archibenthal (600 Faden). *A. pulchella* von 10—500 Faden.

4 Arten: *maculata* H. Crpt. 1888. — *nigra* (Semper M. S.) H. Crpt. 1888. — *pulchella* (Pourt.) 1878. — *stelligera* H. Crpt. 1888.

6. *Valida*-Gruppe.

Zwei gelenkig verbundene Distichalia. Die erste Armsyzygie im dritten Brachiale.

Vorkommen: Indischer Archipel und Polynesien, litoral.

4 Arten: *elongata* H. Crpt. 1888. — *rotalaria* (Lm.) 1816. — *simplex* H. Crpt. 1888. — *valida* H. Crpt. 1888.

Serie 4.

Drei Distichalia, die ersten beiden gelenkig verbunden, und das dritte Axillare mit einer Syzygie.

7. *Fimbriata*-Gruppe.

Drei distichale Arten mit einer Pinnula am ersten Brachiale und einer Syzygie im zweiten. Die palmaren und postpalmaren Reihen, wenn vorhanden, bestehen aus zwei Gliedern, von denen das erste eine Pinnula trägt und das zweite eine Syzygie hat.

Vorkommen: Indischer Archipel, Chinasee; Karaibisches Meer (*discoidea*), Brasilien (*lineata*), litoral.

8 Arten: *borneensis* Gr. 1875. — *coppingeri* J. Bell 1882. — *discoidea* H. Crpt. 1888. — *fimbriata* (Lm.) 1816. — *lineata* H. Crpt. 1888. — *multiradiata* (Linn.) 1758. — *sentosa* H. Crpt. 1888. — *macrobrachia* (Ltk. M. S.) Cl. Hartl. 1891.

8. *Parvicirra*-Gruppe.

Drei distichale Arten mit einer Pinnula am zweiten Brachiale und einer Syzygie im dritten.

Vorkommen: Polynesien und asiatische Gewässer (A. *parvicirra* im Indischen Archipel, am Kap der guten Hoffnung, Peru.) Sämtliche Arten litoral, *parvicirra* 8—255 Faden.

23 Arten: *alternans* H. Crpt. 1881. — *belli* H. Crpt. 1888. — *bennetti* Bölsche 1866. — *briareus* (J. Bell) 1884. — *divaricata* H. Crpt. 1888. — *duplex* H. Crpt. 1888. — *grandicalyx* H. Crpt. 1883. — *iaponica* (J. Müll.). 1847. — *littoralis* H. Crpt. 1888. — *magnifica* H. Crpt. 1888. — *multifida* (J. Müll.) 1847. — *nobilis* H. Crpt. 1888. — *parvicirra* (J. Müll.) 1847. — *peroni* H. Crpt. 1888 = *bennetti* Cl. Hartl. 1891. — *quadrata* H. Crpt. 1888. — *regalis* H. Crpt. 1888. — *robustipinna* H. Crpt. 1881. — *schlegeli* H. Crpt. 1881. — *trichoptera* (J. Müll.) 1846. — *variabilis* (J. Bell) 1884.

Incertae sedis:

notata H. Crpt. 1888. — Mergui.
iowensis Springer 1902. — Tortugas (Florida) (1/2 Faden).
peregrina J. Bell 1894. — Macclesfield B. K. (55 Faden).

G. Zur Stammesgeschichte der Echinodermen.

Es kann nicht die Aufgabe der folgenden Seiten sein, eine Darstellung sämtlicher Ansichten über die Abstammung der Echinodermen zu bringen, welche im Laufe der letzten fünfzig Jahre geäußert worden sind. Dann würde dieses Kapitel wohl das umfangreichste werden, da kaum einer der modernen Echinodermenforscher nicht der Mode gefolgt ist, seinen oft recht belanglosen Untersuchungen Bemerkungen über die Abstammung oder „Phylogenie“ hinzuzufügen. Wer mit neuen Methoden Aufschlüsse über bisher unerforschte Gebiete einer Tiergruppe zu geben imstande war, dem wird das Recht der Spekulation gewiß von niemandem strittig gemacht werden; „wohin aber“, sagt Jaekel*),“ phylogenetische Kombinationen ohne Studium der Formen führen konnten, das hat das neueste Werk E. Haeckels erwiesen“, um nur ein Beispiel anzuführen.

Im folgenden sollen hauptsächlich die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Ordnungen der Holothurien, Asteriden, Echiniden, Ophiuriden und Crinoiden verfolgt werden. Ein näheres Eingehen auf die Geschichte innerhalb einer Ordnung ist nicht möglich, ohne das gesamte Material der Paläontologie heranzuziehen. Das liegt aber gänzlich ausserhalb der Grenzen, die diesem Werke gezogen sind.

Da die verschiedenen Ordnungen der Echinodermen bereits im Silur nebeneinander auftreten, ist auch die Paläontologie über ihre Abstammung nur auf Vermutungen angewiesen. Für die Stammesgeschichte ist es von größter Bedeutung zu wissen, daß zwei jetzt ausgestorbene Ordnungen, die Cystideen vom Kambrium bis in die Kohlenformation, die Blastoideen vom oberen Silur bis zur Kohlenformation gelebt haben, daß die Crinoideen den Höhepunkt ihrer Entwicklung bereits in der paläozoischen Zeit erreicht haben, während die Echinoideen, anfangs spärlich vertreten, in der mesozoischen Zeit sich enorm entwickeln und in der Kreidezeit die größte Mannigfaltigkeit erreichen, von da an aber abnehmen, die Asteriden hingegen in der Jetztzeit die größte Artenzahl erreichen.

---

*) Siehe Jaekel, Stammesgeschichte der Pelmatozoen. Bd. 1: *Thecoidea* und *Cystoidea*. Berlin 1899. p. 4.

An die Spitze aller Spekulationen seien die von Ernst Haeckel gestellt, die er in seiner Schöpfungsgeschichte niedergelegt hat. In der ersten Auflage der Schöpfungsgeschichte sagt Haeckel: „Die geschichtliche Entwicklung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwicklungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Tierstamme, selbst die Wirbeltiere nicht ausgenommen, der Fall ist.“ Infolge dieser Kenntnisse werden die Seesterne für die älteste und ursprünglichste Gruppe erklärt. Jeder Seestern entspricht in seiner ganzen Organisation wesentlich einem gegliederten Wurm und ist ein echter Stock von fünf oder mehr gegliederten Würmern, die mit dem einen Ende ihres Körpers verwachsen sind. Aus den Seesternen sollen sich die drei anderen Gruppen „offenbar erst später“ nach Haeckel entwickelt haben, während die Holothurien „wahrscheinlich aus einer Abteilung der Seeigel durch Erweichung des Hautskeletts entstanden sind“. Diese Auffassung, daß das Echinoderm einen Tierstock darstelle, hat sich niemals zu einer Anerkennung durchgerungen, trotzdem sie lange Zeit von Haeckel immer von neuem vertreten wurde. Diese Auffassung besaß nach Bütschlis treffenden Worten „von vornherein zu wenig Wahrscheinlichkeit, um das Bedürfnis nach tieferer Erkenntnis der morphologischen Eigentümlichkeiten dieser Formen wirklich befriedigen zu können“.

Neumayr*) ist auf Grund der Paläontologie und der Betrachtung der Embryologie zu bestimmten Ansichten gekommen, welche in Widerspruch stehen zu den Anschauungen, wie sie besonders von Lovén, P. H. Carpenter u. a. über die Homologisierung der Platten in den einzelnen Klassen der Echinodermen aufgestellt worden waren. Für ihn gelten die Cystideen als die Grundformen aller Stachelhäuter, als die Stammgruppe, aus der sich die Blastoideen und Crinoideen einerseits, und die Echinoideen, Asteroideen und Ophiuroideen andererseits entwickelt haben. Die Cystideen lassen zu allen anderen Klassen nahe Beziehungen erkennen. Die Seeigel schließen sich durch *Cystocidaris*, die Seesterne durch *Palaeodiscus* an die aus vielen, unregelmäßig gelagerten Tafeln bestehenden Cystideen wie *Agelacrinus* und *Mesites* an, während den Cystideen mit wenigen, verhältnismäßig regelmäßigen Platten sich die Crinoideen durch *Porocrinus* und *Hybocystites*, die Blastoideen durch *Codonaster* und *Asteroblastus* nähern. Die Verwandtschaft stellt sich folgendermaßen dar:

Ophiuro-Asterien	╲	Cystideen	╱	Blastoideen
Echinoiden	╱		╲	Crinoideen

*) Neumayr, M., Die Stämme des Tierreiches. Wirbellose Tiere. Bd. 1. Wien 1889. p. 487 ff.

Die Frage nach der Abstammung der einzelnen Klassen von einer gemeinsamen Grundform bejaht Neumayr auf Grund der Tatsachen, daß alle Übergangsformen den ältesten Ablagerungen angehörten und daß nirgends in jüngeren Schichten ein Zwischenglied mehr aufträte. Weiter spreche für eine gemeinsame Grundform, daß alle Übergänge derart seien, daß sie auf einfach lineare Verwandtschaftsbeziehungen deuten, wie sie einem Abstammungsverhältnisse entsprechen und leicht in Form eines Stammbaumes dargestellt werden können. Die Ansicht, daß die einzelnen Klassen sich längst voneinander differenziert hätten, ehe der Beginn einer Skelettbildung vorhanden gewesen sei, und ein Übergang zwischen diesen großen Hauptgruppen auf paläontologischem Wege nicht nachweisbar sei, läßt er außer Betracht, da ihre Begründung mit den klaren Tatsachen in grellem Widerspruch stehe.

Es kommen nur drei Hypothesen in Frage, nämlich diejenigen, welche sich mit den Cystideen, Seesternen und den Crinoiden beschäftigen. Nimmt man den Seestern als Stammform an, so müßten sich nach Neumayr aus ihm zunächst die Cystideen entwickeln, die wohlentwickelten Arme müssten verschwinden oder auf eine schwache Stufe herabgedrückt werden. Die regelmäßige Anordnung nach der Fünfzahl mußte verschwinden, um einer ziemlich regellosen Anordnung der Teile Platz zu machen, ebenso würde die Beschränkung der Ambulakra auf eine scharf abgegrenzte ventrale Seite aufhören, während Kelchporen und Verschlusspyramide des Afters ganz neue Merkmale der Cystideen wären. Aus ihnen müßten dann die Crinoideen hervorgegangen sein, wobei Kelchporen und Afterpyramide wieder verloren gehen und die Arme sich von neuem entfalten müßten. Es würden die Cystideen nur „ein kurzes, störendes Intermezzo“ bilden. Diese Ursprungshypothese wird als unwahrscheinlich und unnatürlich bezeichnet; ebenso die Umkehrung, d. h. die Ableitung der Seesterne aus den Crinoideen durch die Cystideen. Die Meinung, daß etwa die Cystideen nur eine Seitenlinie darstellten, und daß die Crinoideen sich unmittelbar aus den Seesternen entwickelt haben oder umgekehrt, widerlegt Neumayr, indem er auf die paläontologische Überlieferung hinweist, da keine Spur von Bindegliedern zwischen den beiden letztgenannten Klassen vorhanden sei, während beide durch solche an die Cystideen geknüpft werden. „Es sind nur die Cystideen“, fährt Neumayr fort, „welche als Stammtypus der Echinodermen, beziehungsweise als die denselben am nächsten stehende Abteilung betrachtet werden können. Nehmen wir eine Form an mit zahlreichen unregelmäßig gelagerten Tafeln, aber mit regelmäßig fünfzähligen Ambulakren, so stellt sie uns denjenigen Typus dar, aus welchem sich alle anderen durch einfache Entwicklung, ohne Zuhilfenahme naturwidriger Vorgänge, ideal entwickeln lassen. *Agelacrinus* könnte etwa als ein der Stammform nahe verwandter, aber durch Festwachsung der Unterseite modifizierter Typus betrachtet werden: Da

überdies jene ursprünglichsten Vorkommnisse vermutlich mit Kelchporen versehen gewesen sein dürften, so kann etwa die Gattung *Mesites*, wie wir sie oben kennen gelernt haben, als eine dem Stammvater besonders nahe stehende Sippe betrachtet werden.“ Für Neumayr sind die Cystideen demnach die Stammgruppe aller Echinodermen, welche den Seesternen, Ophiuren und Seeigeln ebensonahe stehen, wie den Crinoideen und Blastoideen; sie dürfen daher den Pelmatozoen ebensowenig zugezählt werden, wie den Echinozoen (Seeigel und Seesterne).

Diese durch die Paläontologie begründete Hypothese versucht Neumayr mit den embryologischen Tatsachen in Einklang zu bringen. Hierbei kommt er auf die Homologisierung der elf dorsalen Tafeln zu sprechen, wie sie besonders durch Sven Lovén, P. H. Carpenter u. a. versucht worden ist. Da bei allen Klassen der Stachelhäuter zu bestimmter Zeit ihrer Entwicklung auf der Rückenseite ein System von elf Tafeln sich bildet, die sich um die unpaare kranzförmig anordnen, so hat man diese elf Platten in allen Klassen für homologe Bildungen erklärt, die von einer gemeinsamen Stammform vererbt sein müssen. Daß die Deutung der einzelnen Tafelgruppen innerhalb der verschiedenen Gruppen seitens der verschiedenen Autoren eine sehr verschiedene sein muß, läßt sich schon aus einer Vergleichung des Baues der erwachsenen Formen der einzelnen Klassen sofort erwarten. In der Tat sind die Homologisierungen zu allen Zeiten sehr strittig gewesen und niemals allgemein anerkannt worden, so daß sich endlich die Anschauung Bahn gebrochen hat, daß man sie fallen lassen muß. Freilich ist damit all die viele Geistesarbeit, die Männer wie Sven Lovén auf die Aufdeckung der vermutlichen Homologisierung verwendet haben, beinahe nutzlos gewesen. Neumayr verwirft nun die Homologisierung der elf Tafeln und die Anschauung, als seien sie ein Erbstück eines uralten Ahnen, da dieselben in verschiedener Weise bei den einzelnen Klassen entstehen, und da die vieltäfeligen Cystideen, auf welche Seeigel und Seesterne zurückgehen, in ihren dorsalen und interambulakralen Teilen nicht fünfstrahlig gebaut sind, und auch die aus wenigen Tafeln bestehenden Cystideen, von welchen Crinoideen und Blastoideen abstammen, keine fünfstrahlige Anordnung zeigen, sondern diese erst bei den Übergangsgliedern erscheine, welche die Klassen verbinden. Die Fünfzähligkeit der dorsalen Teile ist also in den beiden Abteilungen der Astero-Echinoideen und Blasto-Crinoideen selbständig erworben; es kann somit in derselben keine Homologie beider zum Ausdruck kommen. Soweit Neumayr.

Eine Darstellung der Verwandtschaftsverhältnisse auf Grund der Embryologie hat Semon (Jena. Ztschr. Bd. 22. 1888) gegeben und damit vielen Anklang gefunden. Er ging von seinen Untersuchungen der Entwicklung der *Synapta digitata* aus und stellte zunächst die Beziehungen zwischen Synapten und den füßchentragenden Holothurien, sowie zwischen den

Holothurien und den übrigen Echinodermenklassen fest. Für Semon sind die Synaptiden nicht aus den pedaten Holothurien herzuleiten, sondern die Einfachheit ihrer Organisation ist ursprünglich; die Synaptiden sind auf einem Entwicklungsstadium stehen geblieben, das bei den Pedaten als ein Jugendstadium erscheint. Die Holothurien können deshalb weder von Echinoideen abgeleitet werden, noch von einer anderen lebenden Echinodermenklasse. Als Beweis für diese Ansicht führte Semon aus, daß bei den Seeigeln das Wassergefäßsystem radial gelegen ist, bei den Holothurien hingegen interradial, so daß man annehmen müßte, es habe sich bei letzteren zurückgebildet und sei dafür ein neues, interradial gelegenes entstanden. In dieser Erwägung kommt er zu der Annahme, daß beide Klassen sich voneinander abgezweigt haben, bevor überhaupt ein Wassergefäßsystem entwickelt war, also zu einer Zeit, wo das Hydrocöl nur aus Ringkanal und fünf Primärtentakeln bestand. So verlegt er die Abzweigung auf ein früheres, einfacheres Entwicklungsstadium, „ein Stadium, das im jungen *Echinus* und mit geringen Modifikationen auch in der jungen *Synapta* erhalten ist, welches wir auch in der Ontogenie der übrigen Echinodermenklassen wiederfinden, das mit einem Wort den Urtypus der Echinodermen repräsentiert von dem sich die verschiedenen Klassen divergent entwickelt haben“. Die Urform der Echinodermen, den Urtypus, findet Semon lebend als die Jugendform aller Klassen, die *Pentactula*-Larve, wie er sie nennt.

Die dipleuren Larven (*Bipinnaria*, *Pluteus*, *Auricularia* usw.) weichen zwar beträchtlich in ihrer Gestalt voneinander ab, aber sie durchlaufen in ihrer weiteren Entwicklung bis zum fertigen Echinoderm ein überraschend gleichartiges Zwischenstadium, das die größte Übereinstimmung bezüglich seiner inneren Organisation aufweist, und für welches, was die äußere Form anlangt, die Ähnlichkeit zwischen den Vertretern der verschiedenen Klassen ebenfalls eine sehr große ist, wenn das betreffende Stadium nicht allzurasch durchlaufen wird, sondern eine Hauptstation in der Entwicklung ausmacht, was bei Holothurien, Echinoiden und Crinoiden die Regel ist, während es bei den Asteriden rasch durchlaufen wird. Dieses Stadium ist dadurch charakterisiert, daß an der dipleuren (bilateral-symmetrischen) Larve sich die fünf Primärtentakel ausgebildet haben, und so die radiäre Gliederung Platz zu greifen beginnt.

Die *Pentactula*-Larve ist nach Semons Definition ein Geschöpf, dessen vorderer Körperpol durch die Mundöffnung, um welche fünf Tentakel stehen, bezeichnet wird. Die Tentakel sind Ausstülpungen des Wassergefäßringes, welcher durch den primären Steinkanal im Rückenporus nach außen sich öffnet. Ein Nervenring mit fünf Nerven zu den Tentakeln ist gebildet und liegt ektodermal. Der Darmkanal öffnet sich durch den auf der Ventralseite der ehemaligen Larve gelegenen After, welcher die verschiedensten Lageveränderungen einnehmen kann.

Die Leibeshöhle ist bereits durch Verwachsung der beiden symmetrischen Cölomtaschen, die den Darm umwachsen haben, entstanden. — Die Organisationsverhältnisse der *Pentactula*-Larve sind alte, nicht cenogenetisch veränderte, so daß es erlaubt ist, aus der *Pentactula*-Larve zu schließen auf die Stammform der Echinodermen, welche in ihrer äußeren Form und inneren Organisation große Ähnlichkeit mit den *Pentactula*-Larven besessen hat; diese Stammform wird als *Pentactaea* bezeichnet, und von ihr werden alle Klassen der Stachelhäuter abgeleitet. Der radiäre Bau der *Pentactaea* ist wie bei den Cölenteraten durch ihre festsitzende Lebensweise bedingt, wir müssen also den Übergang von der bilateral-symmetrischen Larve in die radiäre Form uns als durch Anpassung an die festsitzende Lebensweise entstanden vorstellen, mit anderen Worten: die Stammform der Echinodermen war gestielt. Aus welchem Grunde nun gerade die Fünfzahl in der Anlage der Tentakel sich entwickelte, bleibt rätselhaft. Die radiäre Gliederung ist bei den Crinoiden am schärfsten ausgeprägt: sie teilte sich allmählich auch den Organen des Körpers, wie Nerven- und Genitalsystem, mit. Jedenfalls sind die Crinoideen die am meisten umgebildete, von der Stammform in fast allen Punkten der Organisation am meisten abweichende Echinodermenklasse, die ja auch die festsitzende Lebensweise dauernd beibehalten hat.

Das Skelettsystem der einzelnen Klassen muß sich nach Semons Darstellung natürlich selbständig immer von neuem entwickelt haben. Damit fallen die Homologien, die man im Bau des Skelettsystems aufgestellt hat. Die Anordnung in der Fünfzahl ist durch den radiären Bau bedingt, und die Übereinstimmungen, welche einzelne Plattensysteme zeigen, sind nur analoge.

Die Stammform, die *Pentactaea*, besaß noch kein fest geordnetes Skelett, „vielleicht einen Stützapparat der Tentakel um den Mund und zerstreute Platten, Spicula oder Rädchen in der Haut". Bei fortschreitender radiärer Gliederung und Verstärkung des Hautpanzers entstand in jeder Klasse für sich ein in Reihen angeordneter fünfstrahliger Schuppenpanzer.

Eine Frage, mit der sich auch Bütschli beschäftigt, ist die nach der Stelle der Festsetzung der Urform (der *Dipleurula*-Larve). Sie geschieht nach Semon mit der rechten Seite (Dorsalseite); nach Bütschli muss sie mit dieser Seite geschehen sein, da dann die Annahme eines vorwiegend linksseitigen Auswachsens unter Rückbildung der rechten Seite verständlich und nicht unwahrscheinlich wird. Nimmt man diese Festsetzung an, so wird die geschichtliche Entstehung der Echinodermen aus bilateralen Formen, bei welchen eine überwiegende Entwicklung der linken Seitenhälfte, unter teilweiser oder völliger Verkümmerung der rechten, eingetreten ist, leicht begreiflich. Es erklärt sich auf diese Weise die sich entwickelnde Asymmetrie der festsitzenden Form. Dieser

Anschauung hat sich auch Arnold Lang (Lehrb. d. vergleich. Anatomie 1894) angeschlossen.

Die Urform besaß nach Bütschli (93) folgende Gestalt: sie hatte eine ellipsoidische Gestalt mit etwas abgeplatteter Bauchfläche, einen kurzen, median verlaufenden Darm, zwei seitliche Cölomsäcke und rechts und links von dem im Mittelpunkt gelegenen Mund je ein schlauchförmiges, etwas gekrümmtes Hydrocöl, das bereits fünf Fortsätze entsandt hatte, welche in die fünf Ambulakraltentakel übergingen. Ein Steinkanal verband dies linke Hydrocöl mit der Außenwelt. Bütschli versucht nun, eingehend nachzuweisen, wie unter Voraussetzung gewisser Wachstumsvorgänge diese mit der rechten Seite sich festsetzende bilaterale Urform in ein strahliges Wesen mit den Grundzügen der Echinodermenorganisation übergeführt werden kann. Nach der Festsetzung mit der rechten Seite des Körpers, wobei die Tentakel zur Festhaftung dienten und schließlich, ebenso wie das rechte Hydrocöl, das sie versorgte, sich rückbildeten, traten folgende Wachstumsvorgänge ein: Es wächst die linke, freie Seite des Tieres, während die rechte sich zu einem Stiel umbildet. Zunächst haben der Mund, After und das linke Hydrocöl ihre Lage behalten. In einer zweiten Wachstumsperiode findet eine Verlagerung des Mundes auf die Oberseite statt, indem die rechte Körperseite besonders wächst. Die beiden Cölomsäcke kommen so zu liegen, daß der linke die Oralseite, der rechte die aborale einnimmt. Endlich ist auf Grund der beiden hypothetischen Wachstumsprozesse aus der bilateralen Urform ein Wesen entstanden, das den Mund am vorderen Pol, gegenüber dem befestigten aboralen Ende besitzt, umgeben von fünf Tentakeln, zu welchen Radiärkanäle vom nahezu kreisförmigen Hydrocöl ziehen. Später erfolgt der ringförmige Abschluß desselben.

Auf Grund seiner Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Echinodermen (1887) war Hamann zu folgenden Anschauungen über die gegenseitige Verwandtschaft dieser Tiere gekommen. Crinoiden und Asteriden sind von gleichem Alter. Beide treten bereits im Silur auf. Die uns aber hier entgegentretenden Arten sind weit entfernt, als ursprüngliche gelten zu können. Wenn diese uns nicht aufbewahrt worden sind, so wird das begreiflich, wenn man bedenkt, daß bei ihnen das Kalkskelett noch wenig ausgebildet gewesen sein wird. Von der Paläontologie ist deshalb ein Aufschluß über die Stammesgeschichte schwerlich zu erhoffen. Hamann nimmt auf Grund des besonderen Baues der Crinoiden an, daß diese unabhängig von den Asteriden sich entwickelt haben, von denen sich ohne Zwang die Echiniden und Holothurien ableiten lassen. Die Sonderstellung wird den Crinoiden eingeräumt auf Grund des Baues ihres Nervensystems, das sich in keiner anderen Gruppe findet, auf Grund der Kelchporen usw. Damit wird die gleiche Meinung ausgesprochen, welcher Semon (1888) mit den Worten Ausdruck gab, daß in den Crinoiden die am meisten umgebildete, von der

Stammform in fast allen Punkten der Organisation am meisten abweichende Echinodermenklasse zu erblicken sei. Auf Grund des anatomischen Baues werden die Asteriden für die ursprünglichste, der Stammform am nächsten stehende Gruppe erklärt, aus der die Echinoideen abgeleitet werden können. Vornehmlich geschieht das auf Grund des einfachen Baues des Nervensystems dieser Tiere und seiner Lagerung im Ektoderm, also in der Stätte seiner Entstehung. Die Echinoideen mit ihrem im Mesoderm verlagerten Zentralnervensystem lassen sich leicht von den Seesternen ableiten. Für die Ableitung spricht weiter die Homologie der in den Ozellarplatten liegenden Fühler mit den gleichen Organen an den Armspitzen der Seesterne. Wegen der weiteren Ausführungen sei auf das Original verwiesen.

Arnold Lang (Lehrbuch d. vergl. Anatomie) hat sich der *Pentactaea*-Hypothese angeschlossen, die er im einzelnen ausbaute und so ergänzte. Er läßt die *Pentactaea* sich in folgender Weise weiter entwickeln, indem die Zahl der Tentakel sich vermehrte, die Nahrung aufsaugende Oberfläche sich vergrößerte und so eine vollkommenere Anpassung an die festsitzende Lebensweise sich herausbildete.

Zunächst vergrößerte sich der Abstand der fünf Primärtentakel vom Munde, während der (apikale) Abstand der Primärtentakel vom festsitzenden Pole sich gleichblieb oder geringer wurde. „Beim Wegrücken der Primärtentakel vom festsitzenden Pole wurde das Basalstück eines jeden Tentakelkanals in radiärer Richtung unter der oralen Leibeswand ausgezogen, wurde zu einem Radiärkanal, von welchem aus alternierend rechts und links, immer proximalwärts vom wegrückenden Primär-, jetzt Terminaltentakel, neue seitliche Tentakelkanäle hervorsproßten und die Leibeswand in Form von Tentakeln hervorstülpten. So entstand in jedem Radius eine Doppelreihe von Tentakeln. Herunterfallende Nahrungspartikelchen wurden zwischen den beiden Reihen einer Doppelreihe wie durch eine Allee hindurch zum Munde befördert. Es vervollkommnete sich diese Einrichtung dadurch, daß die Alleen sich zu Furchen, den Nahrungsfurchen oder Ambulakralfurchen, einsenkten, daß diese Furchen sich mit Transportmitteln, in unserem Falle mit Zilien, versahen, daß die Epithelzellen der Furchen sehr empfindlich, d. h. zu Sinneszellen wurden, und daß sich hier epitheliale Nervenleisten, die Radiärnerven bildeten, die im Umkreis des Mundes zum Nervenring zusammenflossen.“ Das ist das Stadium der Cystideen, die armlos und mit Platten gepanzert sind. Nach Lang mögen die Vorfahren der Holothurien auf einem ähnlichen Stadium die festsitzende Lebensweise aufgegeben haben. Sie benutzen zur Fortbewegung die in fünf medianen Doppelreihen angeordneten Tentakel, ihr Körper streckte sich in die Länge, der After rückte an das frei werdende Apikalende. Da die Nahrung direkt durch den Mund eingeführt wird vermittels der sich spezialisierenden Mundtentakel, werden die Nahrungsfurchen

funktionslos, nicht aber die epithelialen die Füßchen innervierenden Nervenleisten. Die Nahrungsfurchen schließen sich röhrenförmig zusammen, zum Schutze der Nervenleisten, und werden so zu den subepithelialen Radiärnerven, ihr Lumen zum Epineuralkanal. In gleicher Weise sind bei Ophiuroideen und Echinoideen die subepithelialen Radiärnerven mit ihren Epineuralkanälen nichts anderes als die röhrenförmig abgeschnürten Nahrungsfurchen, die dadurch entstanden, daß die direkte Nahrungsaufnahme durch den Mund erfolgte. Die Frage, ob das Skelett als ursprüngliches anzusehen ist, läßt Lang als von nebensächlicher Bedeutung beiseite.

Die Art und Weise, wie aus der *Pentactaea* sich die Crinoideen entwickelt haben mögen, schildert Arnold Lang folgendermaßen. Durch das dauernde Festsitzen traten die Umbildungen in einer anderen Richtung ein. Die *Pentactaea* vervollkommnete sich zum Crinoid, indem der vom Stiel getragene Körper klein blieb, sich aber in der Richtung der sich vom Munde entfernenden Primärtentakel zu Fortsätzen auszog, wobei deren Ende immer durch den Besitz der Primärtentakel ausgezeichnet blieb. Sekundäre Tentakel entstanden aus den die Arme der Länge nach durchziehenden Radiärgefäßen, wie es bereits oben geschildert wurde. Dasselbe gilt für die Bildung der Nahrungsfurchen und Nervenleisten. Weiter verästelten sich die Arme und entstanden die Pinnulae, wodurch die nahrungsaufnehmende Oberfläche immer mehr vergrößert wurde. Durch die Verästelung der Arme mußte dem Körper die nötige Festigkeit, sie zu tragen, gegeben werden. Das geschah durch die Bildung des Plattenpanzers und die Bildung von Stielgliedern im Stiel. Es scheinen alle Tatsachen dafür zu sprechen, daß die Stammform der Crinoidenreihe eine bestimmte Zusammensetzung der Apikalkapsel besaß, daß sie fünf Infrabasalia, fünf Basalia und fünf Radialia in ihrer charakteristischen Anordnung aufwies, daneben noch Analia besaß, zu denen sich zum Schutze des Mundes noch fünf Oralia hinzugesellten, die eine Pyramide bildeten, welche geöffnet und geschlossen werden konnte. Das Armskelett entstand zur Stütze der Arme und im Zusammenhang mit dem sich ausbildenden Vermögen, die Armkrone zu entfalten und zu schließen.

Mit dem Auswachsen der Arme bildeten sich Fortsätze des Cöloms in diese aus; ebenso erstreckten sich Fortsätze der Gonadenanlage (des Axialorganes) in die Arme hinein, um in ihnen zu reifen. Der Körper selbst hingegen blieb klein.

Nach Arnold Lang haben sich die Echinoideen am frühesten abgezweigt, indem sie frei wurden und die Tentakel zur Fortbewegung benutzten, die Nahrung durch den Mund direkt aufnahmen, während die Nahrungsfurchen mit den Nervenleisten zu den subepithelialen Radiärnerven wurden. Die Arme wurden in den sich vergrößernden Kelch, in die Scheibe, zurückgezogen, indem das apikale Armskelett ver-

kümmerte und so die (ambulakralen) Enden der Arme direkt an die sich immer mehr verkleinernde Apikalkapsel angrenzten. Die Apikalkapsel wurde frei, und der After konnte sich in ihr Zentrum verlagern. Zu dieser Ansicht von der Abstammung der Seeigel von mit Armen ausgestatteten, festsitzenden Stammformen kam Lang, auf der Tatsache fußend, daß die Echinoideen in ihrer Jugend fünf Paar Gonaden besitzen, die anfänglich durch Vermittlung eines aboralen Ringstranges mit dem Axialorgan in Zusammenhang stehen, wie Hamann (233) gefunden hatte. Lang erklärt sich diese Tatsache, indem er annimmt, daß die Seeigel ursprünglich Arme besessen haben, welche die geschlechtsreifen Auswüchse der zentralen Genitalanhänge beherbergten.

Die Ophiuroideen läßt Lang später als die Echinoideen von der zu den Crinoideen führenden Reihe durch Wiedererwerb der freien Lebensweise sich abzweigen. Die freien Arme benutzten sie zur Fortbewegung und führten die Nahrung direkt in den Mund. Die Tentakel wurden nicht zu den ambulatorischen Füßchen, sondern dienten der Respiration allein. Die Nahrungsfurchen schlossen sich röhrenförmig und bildeten die subepithelialen Radiärnerven mit den Epineuralkanälen. Zum weiteren Schutze lagerten sich über den sich schließenden Nahrungsfurchen die radiären Längsreihen von Bauchschildern ab. — Durch die fast ausschließliche Verwendung der Arme als Bewegungsorgane wurde ihre schlanke Gestalt bedingt, die sie als bloße Anhänge des Körpers erscheinen lassen, ferner auch das Zurücktreten der Gonaden in die Scheibe.

Zuletzt haben sich nach Lang von der Reihe festsitzender, mit Armen ausgestatteter Echinodermen durch Erwerbung der freien Lebensweise die Asteroideen abgezweigt, welche ihre Füßchen sowohl zur Fortbewegung, als auch zum Ergreifen und Festhalten der Beute verwandten, die sie als Bissen direkt, vom sich ausstülpenden oralen Teil des Darmes umhüllt, durch den Mund in den Magensack beförderten. Die Nahrungsfurche diente jetzt nicht mehr als solche, erhielt sich aber als vertiefte Ambulakralfurche, auf deren Boden die Füßchen dicht gedrängt sich erheben und in die sie sich zurückziehen können. Über den in die Furche zurückgezogenen Tentakeln sind die die Furche begrenzenden Stacheln als Schutz, sich zusammenneigend, entstanden. Tief im Grunde der Furche liegt die noch epithelial gelagerte Nervenleiste.

Die Holothurioideen, welche am frühesten die festsitzende Lebensweise aufgegeben haben, zeigen dementsprechend die geringsten Reminiszenzen an dieses Entwicklungsstadium, indem sich die Entwicklung bei ihnen stark vereinfacht hat, unter Umgehung der komplizierten Verschiebungen, welche die Fixation nach sich gezogen hat. — So weit Arnold Lang, welcher am Ende seiner Spekulationen ausdrücklich hervorhebt, daß er mit Absicht es vermieden habe, in das Einzelne einzugehen, und wichtige Fragen, wie die nach den Beziehungen von

Hydroporus und Steinkanal, von Hydrocöl und linkem vorderem Enterocöl, nicht berücksichtigt habe. Diese müßten späteren vertieften und verfeinerten Untersuchungen vorbehalten werden.

Paul und Fritz Sarasin*) haben in Anschluß an ihre Untersuchungen über die Anatomie der Echinothuriden die Verwandtschaftsverhältnisse der Echinodermen einer längeren Erörterung unterzogen. Sie sind zu der Überzeugung gekommen, daß die Echinothuriden eine selbständige Untergruppe der Echinoideen seien, die durch die Biegsamkeit ihrer Schale, verbunden mit der ausgeprägten Imbrikation der Platten, durch die den Panzer bewegenden Längsmuskeln, ihre besondere Bestachelung und gewaltige Entfaltung der Stewartschen Organe sich auszeichnen. Sie bilden die älteste, embryonalste Gruppe der Echinoideen, während die ihnen verwandten Gruppen der Cidariden und Diadematiden jünger sind. Einen Beweis finden die Sarasins im Bau der Platten des Körpers, der mit dem der Paläechiniden übereinstimmt, besonders die Imbrikation ist ein ältestes Merkmal, das nur beiden Gruppen zukommt, bei den Cidariden hingegen nur (nach Döderlein) in der Jugend vorübergehend beobachtet wird. Je frühere Stufen der Ontogenie eines hartschaligen Seeigels man untersucht, desto mehr findet man schuppige Skelettplatten, so daß das Perisom eine große Beweglichkeit besitzt. Dasselbe lehrt die Paläontologie, indem vom *Echinus* durch *Diadema*, *Asthenosoma* hinab zu den Perischoechiniden eine ununterbrochene Reihe besteht, vom hart gewordenen Skelett bis zum beweglichen Skelett der Urzeit. Die Paläechiniden mit ihren beweglichen Kalkplatten können daher von den Holothurien abgeleitet werden. Um diese Abstammung plausibel zu machen, weisen die Sarasins auf die Körpergestalt hin. Wenn auch die Echinothuriden allzusehr in vertikaler Richtung abgeflacht sind, so daß man, um die Holothurienform aus ihnen zu gewinnen, sie bedeutend auseinanderziehen müßte, so zeigen die ihnen verwandten Perischoechiniden bereits eine Ei- oder Melonenform (*Melonites*). Von dieser Gestalt aus findet man jeden nur wünschbaren Anschluß an die Holothurien. Das gleiche gilt von den Kalkplatten, die bei letzteren oftmals, so bei manchen Psoliden, eine stärkere Ausbildung zeigen, als bei den meisten Perischoechiniden. Imbrikation ist bei den Holothurien allgemein verbreitet, ihr Fehlen eine Ausnahme. Weiter weisen die Sarasins auf die Laterne der Echiniden hin, die um so leichter auf den Schlundkopf der Holothurien zurückzuführen sei, als dieser zuweilen schon stark mit Kalkplatten sich bekleidet, andererseits ebensoleicht wieder verschwindet, wie die Irregularia zeigen. Die Retraktoren des Pharynx der Holothurien sind homolog den Retraktoren der Laterne; dasselbe gilt von der Längs- und Quermuskulatur der Körperwand. Die Tentakeln der Holothurien fehlen zwar den Echi-

*) Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. 1. H. 3. 1888.

niden, dafür zeigt aber der junge *Echinus* vor der Entwicklung der Ambulakralfüßchen fünf einzelne Füßchen um den Mund, die später verschwinden. Sie werden von den Sarasins für die ontogenetisch auftretenden Tentakeln der Holothurien gehalten.

Für die Crinoideen und Echinoideen nehmen die Sarasins eine selbständige Entwicklung aus den Holothurien an. Die Asteriden und Ophiuriden haben sowohl nach den Crinoiden, als nach den Echiniden hin viele Verwandtschaften. so daß es wahrscheinlich ist, daß sie von den Holothurien herzuleiten sind. Wie sich die Sarasins die Abstammung der Crinoiden denken, sei nur in Kürze erwähnt. Sie schließen sich Neumayr an und lassen die drei Gruppen der Pelmatozoen in folgender Reihenfolge auseinander hervorgehen: Cystideen, Paläocrinoideen, Neocrinoideen. Letztere besitzen ein äußerst hartes Skelett. während es bei den Paläocrinoiden zarter, bei einigen vielleicht schon etwas beweglich ist. Bei den Cystideen endlich wird die Plattenanordnung vollkommen unregelmäßig, und es tritt hin und wieder Imbrikation auf. Die Entwicklung der Crinoiden und Holothurien vollzieht sich in derselben Weise, wie die der Echiniden. Die Arme der Crinoideen werden um so unscheinbarer. je mehr man sich den Cystideen nähert, von denen einige nur kleine Knospen besitzen, andere gar keine Arme haben. Diese sind als die Grundformen der Crinoiden anzusehen, die direkt von Holothurien abgeleitet werden im Gegensatz zu Neumayr. welcher sie als die Urgruppe aller Echinodermen hinstellt. Eine Ableitung dieser paläontologischen Formen wird von den Sarasins nur angedeutet, indem sie eine Biegsamkeit des Panzers der Cystideen vermuten, der dann mit seiner höchst unregelmäßigen, oft imbrizierenden Bepanzerung deutlich auf Holothurienverwandtschaft hinweisen würde. Auch die Ontogenie der *Antedon*-Larve wird zum Beweise herangezogen, zumal die Larve, solange sie keine Arme habe, einer Cystidee ganz und gar vergleichbar sei (Perrier). In welcher Weise die beiden Autoren die schwierige Frage nach der Homologisierung der Platten, insbesondere des Apikalpols, zu bewältigen suchen, kann hier nicht gezeigt werden und muß auf das Original verwiesen werden.

Cuénot (168a) hat im Anschluß an seine zusammenfassende Abhandlung über den Bau der Echinodermen eine Stammesgeschichte in ausführlicher Darstellung gegeben, welche in ihren Hauptpunkten im folgenden wiedergegeben werden mag. Cuénot sagt: Während die einen Forscher den Fehler begehen, die einzelnen gegenwärtigen Gruppen der Stachelhäuter voneinander herzuleiten, wie Haeckel und die Sarasins, oder andere auf bestimmte Organsysteme sich berufen, ohne alle zu berücksichtigen, wie Semon und Hamann. werde ich anders verfahren: Jede Gruppe, Synapten, Holothurien, Pelmatozoen (Cystideen, Blastoideen, Crinoiden), Echiniden, Ophiuriden und Asteriden, hat eine alte Urform, die gut bestimmt ist; diese Urformen, sie seien A, B, C, D, E

genannt, leiten sich voneinander her, nicht aber die gegenwärtigen Gruppen; mit anderen Worten: es gibt keine Übergangsformen zwischen letzteren, sondern nur zwischen den Urformen.

A) Die Stammform der Synaptiden nennt Cuénot *Prosynapta* (sie ist beinahe identisch mit der *Pentactaea* von Semon). Sie ist etwa folgendermaßen gebaut: Der Körper ist kuglig oder verlängert mit Kalkspikula versehen; Verdauungstraktus gerade, mit dem Blastoporus als After. Nervensystem oberflächlich aus fünf ektodermalen Streifen und dem oralen Ringnerven, Wassergefäßsystem aus Oralring und fünf interradiären Tentakeln, einem Wassergefäßkanal, der durch einen Porus nach außen mündet, bestehend, wahrscheinlich auch eine Polische Blase vorhanden. Fünf radiäre Schizocölräume, kein Blutlakunensystem. Geschlechtsorgane wie bei den erwachsenen Synapten.

B) Die Stammform der Holothuriden heißt *Proholothuria*: Körper kuglig oder verlängert, mit untereinander nicht verbundenen Kalkplatten; Darm gerade oder spiralig, mit dem Blastoporus als After. Nervensystem wie bei *Prosynapta*. Wassergefäßsystem bestehend aus oralem Ringgefäß mit fünf von ihm ausgehenden radialen Ästen, die mit Saugfüßchen versehen sind. Steinkanal mit einem Porus nach außen mündend (dauernd erhalten bei einigen Elasipoden). Wahrscheinlich eine Polische Blase letzterem entgegengesetzt. Die fünf Ambulakralgefäße enden in hervorragenden Tentakeln, die um den Blastoporus einen Kreis bilden (Endtentakel bei einem Teil der erwachsenen Holothurien atrophiert). Fünf radiäre Schizocölräume. Kein Blutlakunensystem. Genitalorgane wie bei *Prosynapta*.

C) Die Stammform der Pelmatozoen (Cystideen, Blastoideen, Crinoideen) wird *Procystus* genannt. Körper kuglig (mehr oder weniger den Cystideen oder Blastoideen ähnlich), ohne Stiel. Haut mit Kalkplatten (eine dorso-zentrale und mehrere Reihen alternierend und übereinander in fünfstrahliger Symmetrie). Darm in Gestalt eines kugligen Sackes ohne After (der Blastoporus schließt sich bei *Antedon*, und kein zweiter After bildet sich). Nervensystem oberflächlich. Wassergefäßsystem aus Ringkanal und fünf radiären Ästen mit Saugfüßchen bestehend (dauernd erhalten bei Cystideen und armlosen Blastoideen). Steinkanal einfach (bei *Antedon* zeitweise und wahrscheinlich bei Cystideen dauernd erhalten). Fünf radiäre Schizocölräume (bei Neocrinoiden dauernd erhalten). Genitalorgane wie bei den Holothurien (bei Cystideen eine Öffnung, die allgemein für die Geschlechtsöffnung angesehen wird).

D) Die gemeinsame Stammform der Echiniden heißt *Proechinus*. Körper kuglig mit Kalkplatten versehen, welche am Apikalpol eine bestimmte Lage haben: eine Reihe von fünf interradialen Platten (Basalia), fünf radialen Platten (Terminalia). Darm ohne After (der Blastoporus schließt sich wie bei den Pelmatozoen, und es bildet sich ein sekundärer

After). Nervensystem oberflächlich. Wassergefäßsystem besteht aus oralem Ringkanal mit fünf radiären Ästen, die Ambulakra tragen und in einem unpaaren Terminalfühler enden, in Verbindung mit den Terminalplatten (dieses Stadium bei allen jungen Seeigeln). Steinkanal durch einen Porus nach außen mündend (dieses Stadium bei allen jungen Seeigeln vorhanden, fixiert bei *Echinocyamus pusillus*), ohne mit einer besonderen Kalkplatte in Verbindung zu treten. Fünf radiäre Schizocölräume und vielleicht ein oraler Schizocölring. Kein Kauapparat (dauernd erhalten bei *Atelostomata*), kein Blutlakunensystem. Axiales Enterocöle, rudimentär bei *Prosynapta*, *Proholothuria* und *Procystus*, entwickelt sich stark; in seinem Innern bildet sich eine Lymphdrüse. Die Genitalorgane nehmen eine radiäre Lage an.

E) Die gemeinsame Stammform der Asteriden und Ophiuriden heißt *Proaster*. Körper von pentagonaler Gestalt (vorübergehend bei allen jungen Tieren erhalten, dauernd fixiert bei *Culcita, Asterina, Palmipes, Astrophiura, Sladen* usw.), mit Kalkplatten versehen: am Apikalpol findet sich ein Dorsozentrale, eine Reihe Basalia, eine Reihe Terminalia. Zwischen diesen letzteren tritt eine Reihe neuer Kalkplatten auf, die Radialia. Darm in Gestalt eines kugligen Sackes, ohne After (dauernd erhalten bei Ophiuriden und einigen Asterien). Nervensystem oberflächlich (dauernd erhalten bei den Asteriden). Wassergefäßsystem wie bei den Seeigeln (mit Terminalfühler). Steinkanal mit einem Porus (bei vielen Ophiuren erhalten). Fünf radiäre Schizocölräume nebst einem oralen Ringsinus. Dieses System tritt in Verbindung mit dem Cölom einerseits, mit dem axialen Enterocöl andererseits. Letzteres ist gut entwickelt und schliesst die eiförmige Drüse (Axialorgan) ein, aus welcher die Genitalorgane sich bilden; diese sind radiär angeordnet. — In beifolgender Figur erkennt man, daß sich die Formen A—E genau folgen und eine ununterbrochene Kette bilden, ohne fühlbare Lücken. Die Asteriden müssen ontogenetisch durch die Formen *Prosynapta*, *Proholothuria*, *Procystus* und *Proechinus* hindurchgegangen sein, wie von Cuénot im einzelnen gezeigt wird. Die phylogenetische Entwicklung wird durch die Ontogenie bewiesen. — Synapten und Holothurien repräsentieren Abkömmlinge von primitivsten Formen, wie die Reduktion des Hautskeletts, Erhaltung des Blastoporus als Afteröffnung zeigen. Damit stimmt Cuénot überein mit

Astérides.
Ophiurides.
Proaster
Echinides.
Proechinus
Crinoides.
Blastoides.
Cystidés.
Procystus
Holothurides.
Proholothuria
Synaptides.
Prosynapta

Semper, Agassiz, Sarasin und Semon. Andererseits ist es unbestreitbar, daß Seeigel, Ophiuren und Asterien durch ihre Ähnlichkeiten im Bau (Axialorgan, axiales Enterocöl, radiäre Genitalorgane, Apikalskelett usw.) zusammengehören und von zwei oder drei sehr benachbarten Stammformen ihren Ursprung genommen haben. Weiter betont Cuénot, daß die Anschauungen der Sarasins, welche besonders die Ähnlichkeit zwischen Holothurien und Cystideen feststellten, ebenso wie die von Lovén und anderen Autoren, welche Zwischenformen zwischen Blastoideen und Seeigeln (*Tiarechinus princeps*) beschrieben, mit seinem genealogischen Stammbaum übereinstimmen. — Die ältesten Typen, Synapten und Holothurien, sind am differenziertesten und diejenigen, deren Organe am meisten vom Typus der Echinodermen sich entfernt haben. So sind das Nervensystem, indem es jede Verbindung mit dem Ektoderm und den Ösophagus aufgegeben hat, das Wassergefäßsystem, dessen Steinkanal in das Cölom mündet, in der Länge der Zeit umgewandelt worden. Die jüngeren Typen hingegen, wie Asterien und Ophiuren, haben eine große Zahl von alten Charakteren intakt bewahrt, wie Nervensystem, Wassergefäßapparat usw.

Die speziellen Differenzierungen und Bildungen von neuen Organen stehen mit dem Alter der Gruppen in Beziehung, so daß in den drei älteren Gruppen, Synapten, Holothurien und Crinoiden (ausgenommen einzelne Tiefseeformen), der Steinkanal sich in das Cölom öffnet, während er in den drei jüngeren Gruppen seine Verbindung mit der Außenwelt beibehalten hat. Das Enterocöl, das mit dem Steinkanal verbunden ist, ist bei Synapten, Holothurien und Crinoiden rudimentär, während es bei Echiniden, Ophiuren und Asteriden wohl entwickelt ist und das Axialorgan umschließt. In den vier alten Gruppen ist ein Blutlakunensystem (Darmlakunen usw.) ausgebildet, welches den beiden jüngeren Gruppen (Asterien, Ophiuren) fehlt. Das tiefer gelegene Nervensystem endlich ist nur bei den älteren Gruppen vorhanden und mangelt den Asterien und Ophiuren. Und ähnliches gilt für die Geschlechtsorgane, welche bei Synapten, Holothurien und wahrscheinlich Cystideen bilateral-symmetrisch gebildet sind, bei Seeigeln, Ophiuren und Seesternen hingegen radiär liegen. Auch die Körperform selbst zieht Cuénot heran, indem er den mehr oder weniger kugligen Leib der Synapten, Holothurien, Cystoideen, Blastoiden und Echiniden im Gegensatz zu der Körperform der Ophiuren und Asteriden mit ihren entwickelten Radien bringt, welche sich erst schrittweise bei diesen jungen Formen herausgebildet habe.

Um seine Stammesgeschichte zu vervollständigen, weist Cuénot am Schlusse darauf hin, daß die verschiedenen Larvenformen (wie *Auricularia*, *Bipinnaria*, *Pluteus* u. a.) nur cenogenetische Veränderungen des *Dipleurula*-Stadiums (Semon) sind, d. h. von der *Dipleurula* stammt ab die hypothetische *Prosynapta*, die sich von ihr unterscheidet durch die Bildung des Wassergefäßsystems und des Nervensystems mit seinen fünf

ektodermalen Radiärnerven. Von der *Dipleurula* aus hat sich der Stamm der Echinodermen entwickelt, ohne Beziehungen zu benachbarten Tierstämmen zu haben. Nur die *Dipleurula* allein hat Berührungspunkte mit anderen bilateralen Larven, und auf sie muß man die Aufmerksamkeit richten, wenn man die verschiedenen Stämme des Tierreiches miteinander verknüpfen will.

Alle die hier betrachteten Versuche, die Geschichte der Echinodermen aufzuhellen, zerfallen in zwei Gruppen, indem sie entweder die einzelnen Klassen voneinander herzuleiten versuchen, oder aber den Ursprung derselben in die Larvenzeit zurückverlegen, wie Semon in geistreicher Weise durchgeführt hat und Cuénot ihm gefolgt ist. Welcher von beiden Betrachtungsweisen die Zukunft gehört, oder ob man mit der Zeit diesen Betrachtungsweisen überhaupt keinen großen wissenschaftlichen Wert beilegt, wer mag dies jetzt entscheiden wollen? Jedenfalls zeigt aber die Methode Cuénots und Semons, daß man auf Grund der Embryologie unter Berücksichtigung sämtlicher Organisationsverhältnisse sich ein annehmbares Bild von den Verwandtschaftsverhältnissen der Echinodermen schaffen kann, wobei freilich die Möglichkeit immer bestehen bleibt, daß die Entwicklung in Wirklichkeit auch den entgegengesetzten Weg genommen haben kann.



Erklärung von Tafel I.

Crinoidea. Skelett.

Fig.

1. *Bathycrinus carpenteri* Dan. Kelch in natürlicher Grösse.
2. Junges Exemplar derselben Art. *a* die jüngsten Glieder. *b—g* Glieder des Stammes. *h* Basalia. *i* erstes Radiale. *w* Wurzel.
3. Der Stiel derselben Art ohne Kelch. *l* Basalia. *m* pentagonale Oberfläche der Basalia.
4. *Thaumatocrinus renovatus* Carp. Ansicht des Kelches von der Seite (hinterer oder analer Interradius). *aa* Analanhang des Interradiale *i*. *at* Analtubus. *b* Basale. C, C_1 Costalia. *cd* Centrodorsale. *p* Pinnulae. *cir* Ansätze der Cirren.
5. Kelch derselben Art, von oben gesehen. *c* Oralplatten, die pyramidenförmig die Mundöffnung umgeben. *aa* Analanhang des analen Interradiale. *at* Analtubus. *an* Reihen von Kalkplatten zwischen Oralia und Interradialia *i*.
6. Basale von derselben Art, von oben gesehen.
7. Oberfläche mit Gelenk eines Stielgliedes aus der Gegend *e* Fig. 2. *b* Centralcanal. *a* seitliche Höhlungen zum Ansatz für die Muskeln. *Bathycrinus carpenteri*.
8. Pinnula mit Kalkplatten *k* und Tentakeln *t*. *l* Geschlechtsproducte. Von derselben Art (Seitenansicht).
9. Ventrale Oberfläche des Kelches. *a* Peristom. *b* Oraltentakel. *d* Rectum. *c* Nahrungsfurchen. Dieselbe Art.
10. Seitenansicht eines Basalgliedes eines Cirrus, von der distalen Fläche gesehen, mit vorspringendem Wulst und Oeffnung des Axialcanals. Rechts dasselbe von der proximalen Fläche, zeigt den Gelenkwulst mit Vertiefung. Von *Antedon rosacea*.

Fig. 1—3, 6—9 nach Danielssen (174), 4—6 nach Carpenter (132), 10 nach Bosshard (87).



Erklärung von Tafel II.

Crinoidea. Haut. Musculatur.

Fig.

1. Längsschnitt durch das Integument von *Actinometra pulchella*. *ep* Epidermis. *bg* Cutis, Bindesubstanz. *kn* Bindesubstanzschicht von knorpliger Consistenz. *e* Cölomepithel.
2. Durchquerte ventrale Muskelfasern aus einem Arm von *Antedon Eschrichtii*. Stark vergr.
3. a_1b. Ventrale Muskelfasern aus dem Arm von *Antedon rosacea*, stark vergr.
4. Dorsale Muskelfasern aus dem Arm von *Antedon rosacea*, stark vergr.
5. Faserbündel aus einem Cirrus, durchquert und von der Seite, stark vergr. *Antedon rosacea*.
6. Querschnitt durch einen Arm von *Antedon rosacea*. *NP* Pinnulanerv. *VN* Nervenzug, der mit dem Längsnerven *LN* in Verbindung tritt. *T* Tentakel. *C*, C^1, C^2 Räume der Leibeshöhle in dem Arm. *GR* Genitalröhre. *WG* Wassergefäss. *N* durchquerter ektoneuraler Armnerv unterhalb des Epithels *ep*. *TF* Tentakelfurche. Vergr.
7. Epithelstützzellen aus dem Epithel der Tentakelfurche eines Armes von *Antedon Eschrichtii*.
8. Epithelsinneszellen aus dem ektoneuralen Armnerven (Tentakelfurche) isolirt, von *Antedon Eschrichtii*. Stark vergr.
9. Epithel von der Innenseite eines Tentakels von *Antedon Eschrichtii*. *ep* Epidermis. *nf* Nervenfasern. *m* Längsmuskeln. Stark vergr.
10. Plasmawanderzellen aus der Bindesubstanz von *Antedon Eschrichtii*.
11. Plasmawanderzellen aus der Bindesubstanz von *Antedon rosacea*.
12. Querschnitt durch die Tentakelfurche eines Armes von *Antedon rosacea*. *ep* Epidermis. *nf* Nervenschicht. *bg* Bindesubstanz. *Sch* Schizocölraum. *WG* Wassergefäss. *lm* Längsmuskelfasern.

Fig. 1—12 nach Hamann (235)



Erklärung von Tafel III.

Crinoidea. Nervensystem.

Fig.

1. Diagramm. Längsschnitt durch den Kelch und die Basis eines Armes von *Antedon rosacea* zur Darstellung der Lage des Nervensystems. Das Nervensystem ist schwarz colorirt. *a* radialer Nervenstamm zu den Armen. *d* Centralorgan des apicalen Nervensystems. *e* Nervenäste zu den Cirren. *f* gekammertes Organ. *g* Axialorgan. *h* epineuraler, ventraler (radialer) Nerv. *k* Tentakel. *l* Ambulacralcanal. *p* Cirren. *r* Mundöffnung. *s* Darmcanal. *t* Tentakelporen. *u* Muskeln. *CD* Centrodorsalplatte. *R* Rosette (verschmolzene Basalia). R_1—R_3 Radialia. Br_1, Br_2 Brachialia.
2. Diagramm des Centralorgans des apicalen Nervensystems und seiner Verzweigungen von *Antedon rosacea*.

3—5. Kalkkörper aus der Bindesubstanz der Scheibe von *Antedon rosacea*, vergr.

6. Durchquerter Cirrusnerv mit dem Gefäss im Innern von *Antedon rosacea*, stark vergr.
7. Querschnitt durch eine Pinnula von *Rhizocrinus lofotensis*. *F* Tentakelfurche. *T* Tentakel. *Sp* Saumplättchen. *Wr* radiäres Wassergefäss. *L* Leibeshöhlenfortsatz. *N* durchquerter apicaler Nerv.

Fig. 1, 2 nach Marshall (336), 3—5, 7 nach Ludwig (313), 6 nach Hamann (235).



Erklärung von Tafel IV.

Crinoidea. Nervensystem.

Fig.

1. Längsschnitt durch das sogenannte gekammerte Organ *K* von *Actinometra pulchella*. *st* Fortsetzung des Axialorganes. *R* entkalkte Rosette. *C* Centralorgan des apicalen Nervensystems. *c* Cölom, Leibeshöhle. *a—b*, *c—d* Richtung, in der die Querschnitte Fig. 3 und 4 geführt sind.

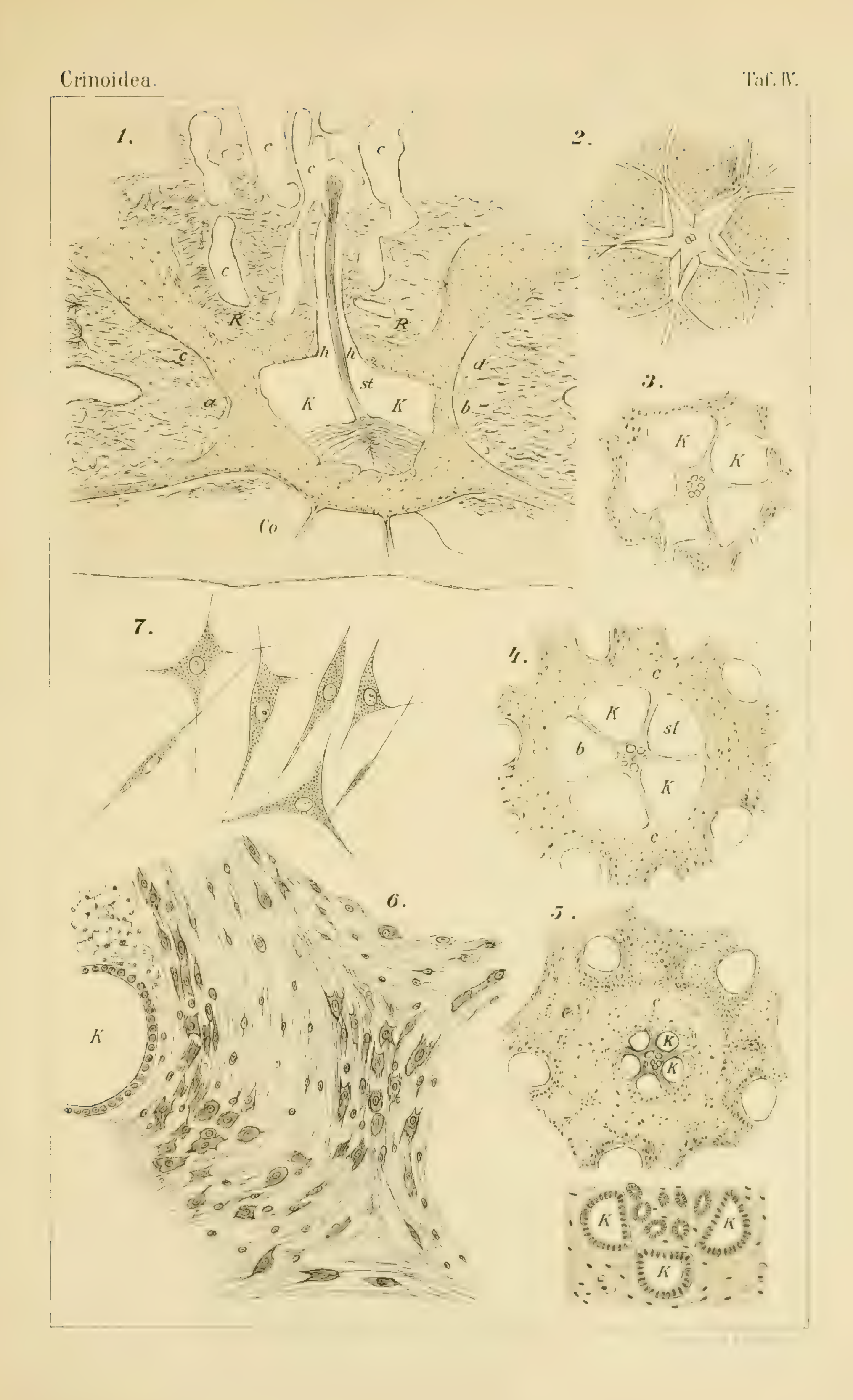
2—5. Querschnitte durch gekammertes Organ und Centralnervensystem. *Actinometra pulchella*. *b* die fünf Bänder oder Scheidewände.

6. Theil des in Fig. 5 abgebildeten Querschnittes. Der Ursprung eines der fünf interradiären Armnervenstämme.

7. Ganglienzellen aus dem apicalen Centralnervensystem von *Antedon carinata*, stark vergrössert.

8. Querschnitt durch das gekammerte Organ an seinem ventralen Ende, von *Antedon rosacea*, vergr.

Fig. 1—8 nach Hamann (235).


1.
c
c
c
c
R
R
c
h
h
st
d
a
K
K
b
Co
2.
3.
K
K
7.
4.
c
K
st
b
K
c
6.
5.
K
c
K
K
K
K
K
K



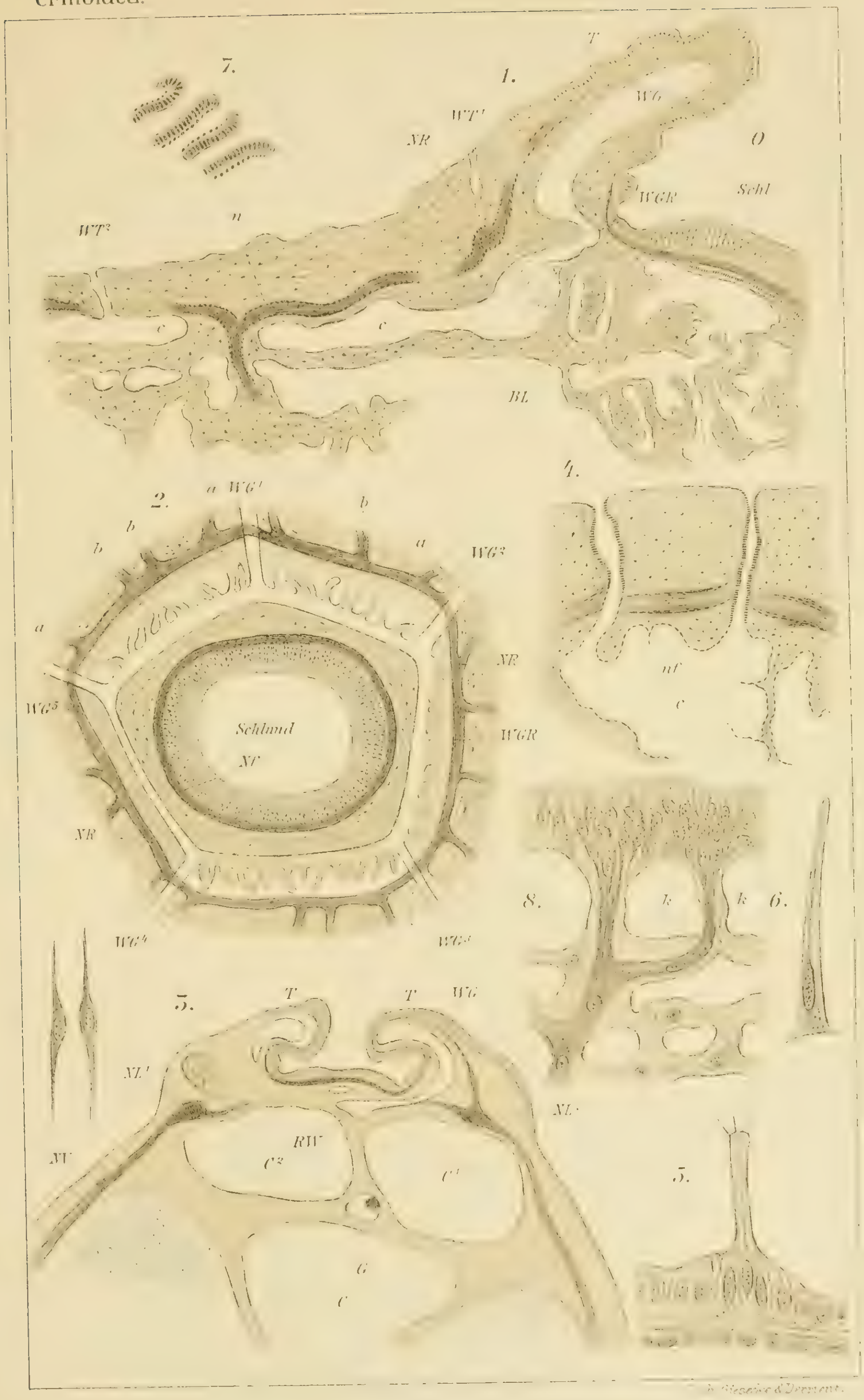
Erklärung von Tafel V.

Anatomie des Kelches.

Fig.

1. Längsschnitt durch die Mundöffnung von *Antedon rosacea*. Es ist nur die linke Hälfte wiedergegeben. *Schl* Schlundwandung. *T* Tentakel. *Nr* der durchquerte pentagonale Schlundring mit den von ihm sich abzweigenden Nervenzügen zum Tentakel und der ventralen, oralen Körperwand, der einen Ast in die Leibeshöhle entsendet. *WT* und WT^1 Wimpertrichter. Schwache Vergrösserung.
2. Horizontalschnitt durch die Mundöffnung in der Höhe des Wassergefässringes *WGR*. WG^1—WG^5 radiäre Wassergefässe. *a, b* die einzelnen vom Nervenschlundring *NR* sich abzweigenden Nervenzüge. *Nf* Nervenfaserschicht in der Schlundwandung. *Antedon rosacea*.
3. Querschnitt durch einen Arm von *Antedon rosacea*. Nur der orale (ventrale) Theil ist wiedergegeben. NL^1, NL^2 die beiden oralen durchquerten Längsnervenzüge. *T* Tentakel. *C*, C^1, C^2 Fortsetzungen des Cöloms in die Arme. *G* Genitalstrang. *NV* Verbindungsnerv zwischen aboralem Nervenstamm und mesodermalen oralen Längsnerven.
4. Schnitt durch die Seitenwand eines Armes im Bereich des zweiten Brachiale. Die Wimpertrichter und ein Nervenzug *nf* in der Bindesubstanz der Armwand. *c* Cölomabschnitt.
5. Sinnespapille eines Tentakels vom Arm. *Antedon carinata*.
6. Isolirte Zelle aus einer Sinnespapille von *Antedon rosacea*.
7. Zwei Enden von Steincanälen, Längsschnitte. *Actinometra pulchella*.
8. Nervenendigungen im verdickten Körperepithel von *Antedon Eschrichtii*.
9. Isolirte Epithelmuskelzelle aus dem Wassergefässsystem von *Antedon rosacea*.

Fig. 1—8 nach Hamann (235).


7.
1.
T
WT¹
WG
NR
O
WGR
Schl
WT²
n
c
c
BL
4.
2.
a WG¹
b
b
b
a
WG²
a
NR
nf
c
WG⁵
Schlund
NF
WGR
NR
8.
k
k
6.
WG⁴
WG³
3.
T
T
WG
NL¹
NL
RW
C²
C¹
G
C
5.



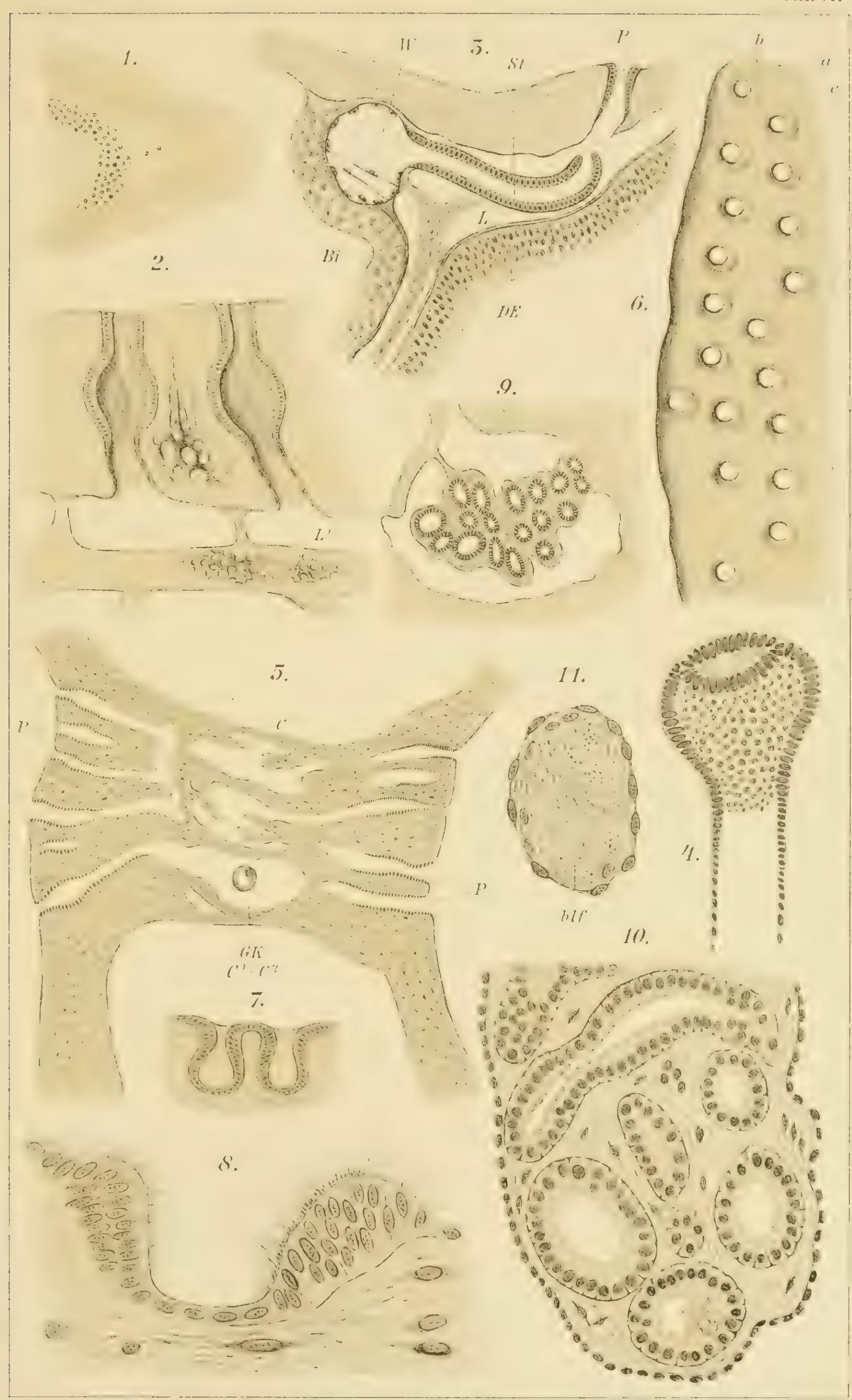
Erklärung von Tafel VI.

Anatomie des Kelches.

Fig.

1. Schema der Vertheilung der Kelchporen in einem Interbrachialfelde von *Antedon rosacea*. Lupenansicht.
2. Querschnitt durch das Peristom von *Antedon rosacea*, um die Kelchporen *P* zu zeigen. L^1 circumviscerale Leibeshöhle.
3. Interradiärer Verticalschnitt durch das Peristom von *Rhizocrinus lofotensis*. *P* Kelchporus. *St* Steincanal. *W* Wassergefässring. *L* Leibeshöhle. *DE* Darmepithel. *Bi* Bindegewebszug in der Leibeshöhle.
4. Porencanal von *Antedon rosacea*, stark vergrössert.
5. Querschnitt durch ein Brachiale. *P* Porencanäle, welche theilweise in den Genitalcanal *GK* führen. C^1 C^2 Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, schwach vergrössert.
6. Eine Gruppe von Wimperbechern auf dem dorsalen Boden des Dorsalcanales, von der Fläche gesehen, Pinnula von *Antedon rosacea*. *a* die Oeffnungen der Wimperbecher, *b* ihr gewulsteter Oeffnungsrand, *c* der Boden des Dorsalcanales.
7. Zwei längsdurchschnittene Wimpersäckchen aus dem Dorsalcanal einer Pinnula von *Pentacrinus decorus*.
8. Schnitt durch ein Wimpersäckchen von *Antedon rosacea*, stark vergrössert.
9. Querschnitt durch das Axenorgan von *Antedon rosacea*, schwach vergrössert.
10. Theil eines Querschnittes durch das Axenorgan von *Antedon rosacea*, stärker vergrössert.
11. Durchquerte Blutlacune von *Antedon rosacea*, stark vergrössert.

Fig. 1, 2, 3, 6 nach Ludwig (313, 314), Fig. 4, 5, 7—11 nach Hamann (219).



Lith. Giesecke & Devrient.



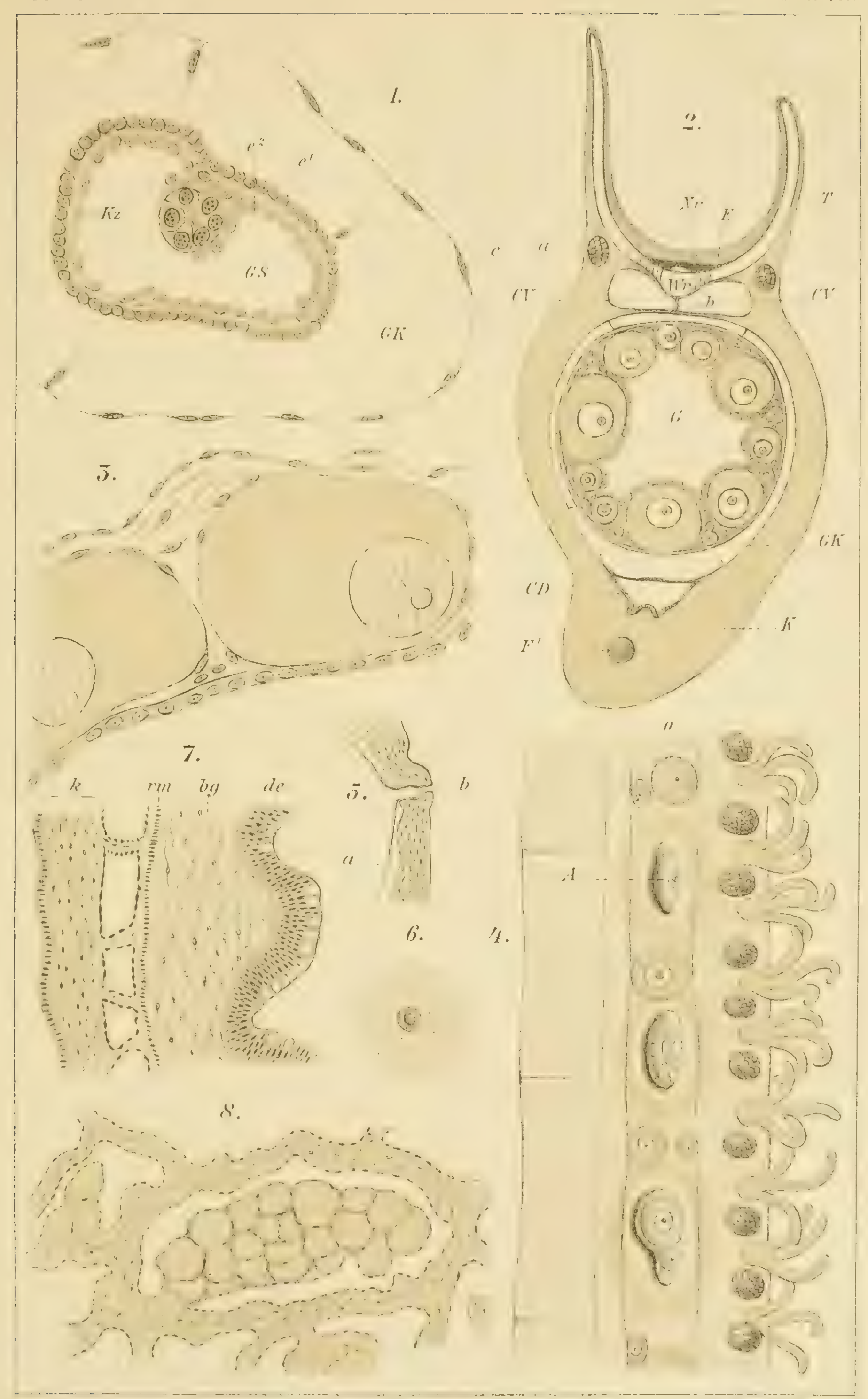
Erklärung von Tafel VII.

Geschlechtsproducte.

Fig.

1. Durchquerter Genitalschlauch aus einem Arm von *Antedon Eschrichtii*. *GS* Genitalschlauch. *GK* Genitalcanal. *KZ* Keimzellen.
2. Querschnitt durch eine Pinnula eines geschlechtsreifen *Antedon Eschrichtii*. *T* Tentakel. *G* Genitalröhre. *GK* Genitalcanal. *CV* Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Pinnula = Ventralcanal, *CD* Dorsalcanal. *F* aboraler Nervenzug. *K* Kalkglied. *Wr* radiäres Wassergefäss. *a* Sacculi.
3. Theil der Wandung eines mit reifenden Eiern angefüllten Genitalschlauches einer Pinnula. *Antedon rosacea*.
4. Ovarialöffnungen an der distalen Seite einer Pinnula von *Antedon rosacea*, schwach vergrössert.
5. Querschnitt durch eine männliche Geschlechtsöffnung an einer Pinnula von *Antedon rosacea*.
6. Optischer Querschnitt durch eine männliche Geschlechtsöffnung *A* an einer Pinnula von *Antedon rosacea*.
7. Theil eines Längsschnittes durch die Afterröhre. *de* Innenepithel des Enddarmes. *bg* Bindesubstanzschicht. *rm* Ringmuskelfaserschicht des Enddarms. *K* Körperwand. *Antedon rosacea*.
8. Blutlacunengeflecht durchquert, welches um die Mundöffnung gelagert ist. *Antedon rosacea*.

Fig. 1, 3, 8 nach Hamann (235), Fig. 2, 4, 5, 6 nach Ludwig (313).


1.
e²
e¹
Kz
GS
e
GK
2.
Nr
E
T
a
Wr
b
CV
CV
G
GK
CD
K
F¹
3.
7.
k
rm
bg
de
5.
b
a
6.
4.
o
A



Erklärung von Tafel VIII.

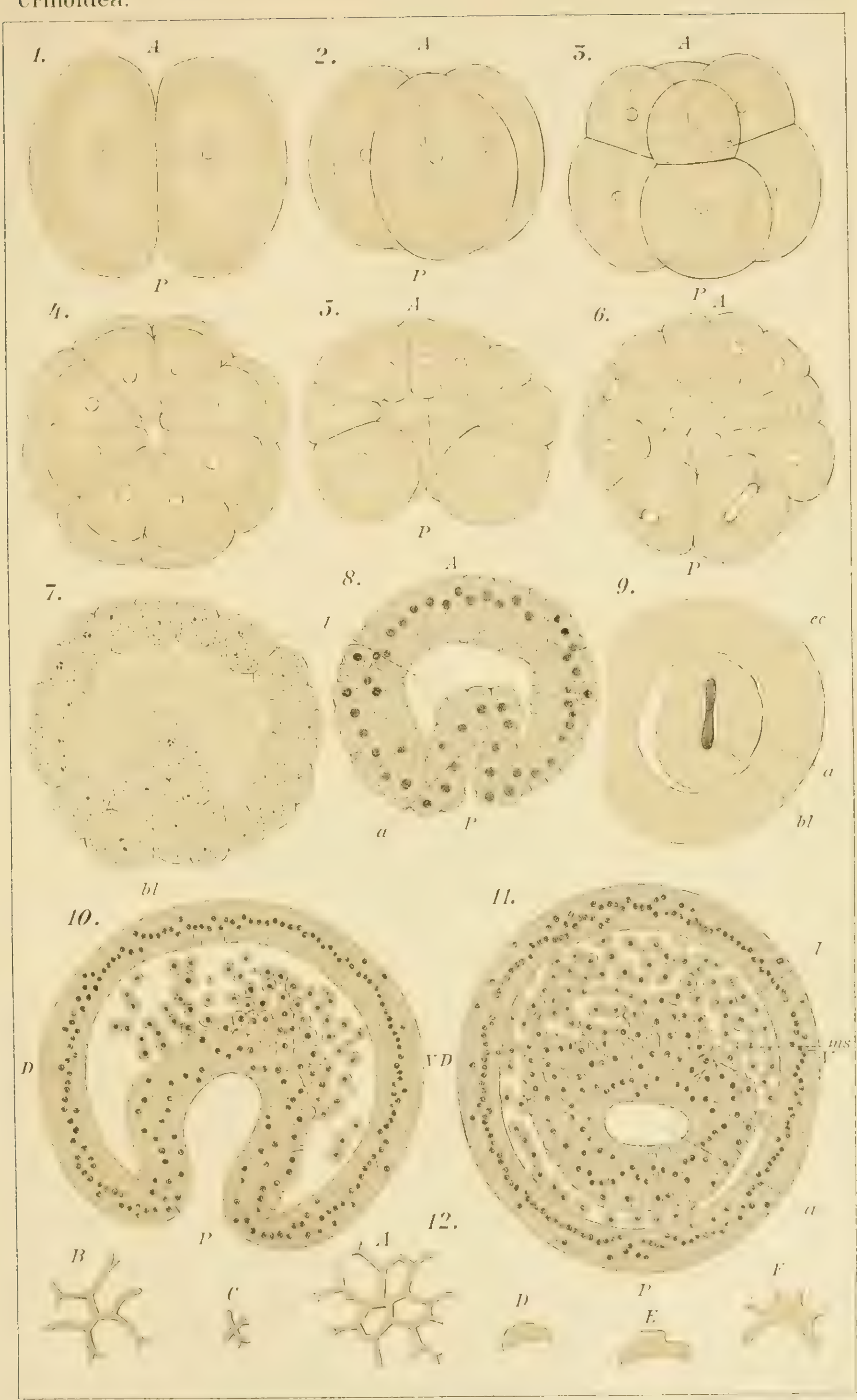
Embryologie 1.

Fig.

1. Die beiden ersten Furchungszellen, 15 Minuten alt.
2. Das vierzellige Stadium, von der Seite gesehen.
3. Stadium von acht Zellen, Seitenansicht.
4. Sechzehnzelliges Stadium, vom animalen Pole gesehen.
5. Stadium von 32 Zellen, Seitenansicht.
6. Blastula von 48 Zellen (16 vegetative, 32 animale), Seitenansicht. 6 Stunden 10 Minuten alt.
7. Längsschnitt durch eine sich bildende Gastrula. Die Blastoporusränder dicht aneinander gepresst. 7 Stunden alt.
8. Längsschnitt durch eine entwickeltere Gastrula. 10 Stunden alt.
9. Eine Gastrula, von der Blastoporusseite gesehen. 13 Stunden alt. *a* Urdarm, *ec* Ektoderm.
10. Medianer Längsschnitt durch einen 26stündigen Embryo. Bildung des Mesenchyms.
11. Medianer Längsschnitt durch einen 32stündigen Embryo. Der Blastoporus geschlossen, der Urdarm abgetrennt.
12. Verschiedene Kalkstücke gleich alter Embryonen. *A* das zweite Orale, *B* das zweite linke Basale, *C* ein Subbasale, *D, E, F* das erste, zweite und vierte Kalkstück des späteren Stieles aus einer Schnittserie.

In sämmtlichen Figuren, die sich auf *Antedon rosacea* beziehen, bedeuten *A* animaler, *P* vegetativer Pol, *bl* Blastoporus, *D, V* dorsal, ventral, *a* Urdarm, *l* Furchungshöhle = primäre Leibeshöhle, *ms* Mesenchym.

Fig. 1—12 nach Seeliger (450).


1.
A
P
2.
A
P
3.
A
P
4.
5.
A
P
6.
P A
P
7.
bl
8.
A
l
a
P
9.
ec
a
bl
10.
D
VD
P
11.
l
ms
a
P
12.
B
C
A
D
E
F



Erklärung von Tafel IX.

Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Lateraler Längsschnitt durch einen 48 Stunden alten Embryo, dessen Urdarm sich in zwei Abschnitte teilt.
2. Medianer Längsschnitt durch den Hinterabschnitt eines 50 Stunden alten Embryos.
3. Lateraler Längsschnitt durch einen 57 Stunden alten Embryo.
4. Ein mehr ventral gelegener Schnitt desselben; nur das Hinterende gezeichnet. *v* ($c_1 v$) Ausstülpung des Mesentero-Hydrocöls.
5. Querschnitt durch einen 75 Stunden alten Embryo, vom hinteren Körperende aus gesehen.
6. Embryo von 81 Stunden, von der Bauchseite. Die 5 Wimperkränze sind hell gehalten.
7. Embryo von 100 Stunden, mit Kalkskelett in seitlicher Ansicht. b_1—b_5 Basalia. O_1—O_5 Oralia. w_1—w_5 Wimperbogen. *fp* Fußplatte, terminale Kalkplatte des Stieles. *sk* Stielkalkplatten. *sb* Subbasalia. *V*, *D* ventral, dorsal. *A* vorn.
8. Eine 52 Stunden alte freischwimmende Larve, von der linken Seite. *v* Vestibulareinstülpung.
9. Terminalplatte des Stieles.
10. Ektoderm einer 60 Stunden alten freischwimmenden Larve.
11. Eine 28 Stunden alte freischwimmende Larve, von der Bauchseite gesehen. *F* Festheftungsgrube.

In allen Figuren bedeutet: *A* vorn, *P* hinten, *R* rechts, *L* links, *c* Cölom- oder Peritonealblase, Anlage für rechtes und linkes Cölom *cr*, *cl*, c_1 Mesentero-Hydrocölblase, *d* Darm, *cg* Cölomgang, Verbindung zwischen rechtem und linkem Cölomsäckchen, $c_1 v$ ventrale Ausstülpung der Mesentero-Hydrocölblase, *s* Scheitelgrube, *h* Hydrocöl, *pk* Parietalkanal.

Fig. 1—11 nach Seeliger (450).





Erklärung von Tafel X.

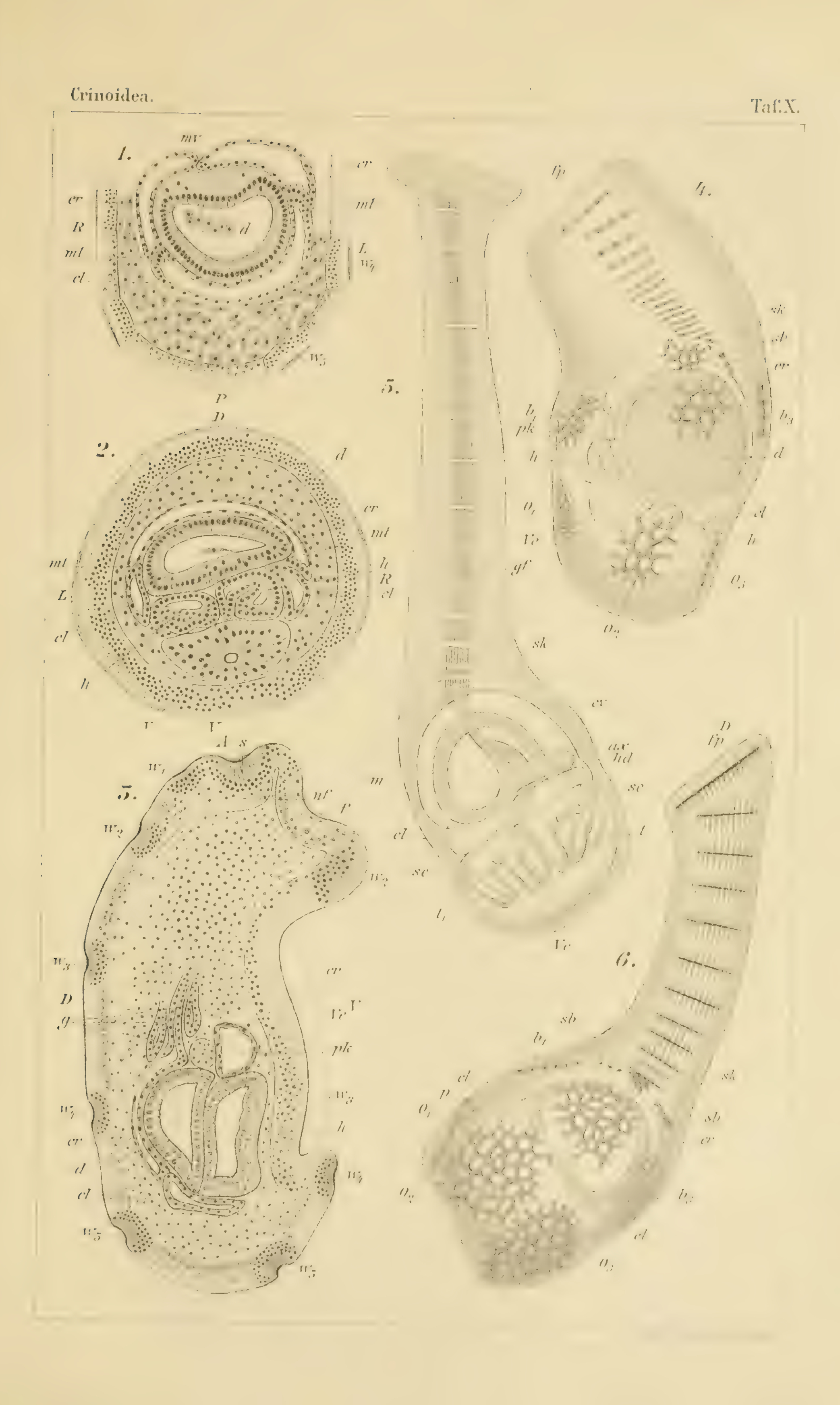
Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Lateraler, durch die Hauptachse geführter Längsschnitt einer 52 Stunden alten Larve. *d* Darm. *mv*, Vertikalmesenterium. *mt* Mesenterium zwischen rechtem und linkem Cölom (aboralem und oralem Cölom). *cr*, *cl*, rechtes (aborales) linkes (orales) Cölom. 230 : 1.
2. Querschnitt durch das Hinterende einer 52stündigen Larve (Fig. 8 auf Taf. IX). *h* Hydrocölanlage. *v* Vestibulareinstülpung und Vestibulum.
3. Medianer Längsschnitt durch eine 28stündige Larve, die im Begriff war, sich festzusetzen. *s* Scheitelgrube. *nf* Nervenfaserplatte unter der Scheitelgrube. *g* gekammertes Organ. *h* Hydrocölanlage. w_1—w_5 Wimperbogen. 175 : 1.
4. Junge festsitzende Larve von 48 Stunden, mit abgeschnürtem Vestibulum *Ve*, von links gesehen. *o* Oralia. *b*, Basalia, *sb* Subbasalia. *sk* Stielkalkplatten. *h* Hydrocöl. *pk* Parietalkanal. *cl*, *cr*, linkes (orales), rechtes (aborales) Cölom. 145 : 1.
5. 84stündige gestielte Larve, von der rechten Seite, nach Auflösung der Kalkplatten. 120 : 1.
6. 48stündige Larve, von der linken Seite. *fp* Fußplatte. Bezeichnungen wie in Fig. 4. 120 : 1.

vc Vestibulareinstülpung. *tt*, die ersten Tentakeln. *sc* Sacculi. *d* Darm. *m* Magen. *ax* Axialorgan. *gf* Faserstränge im Stiel. *pk* Parietalkanal.

Fig. 1—6 nach Seeliger (450).





Erklärung von Tafel XI.

Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1 und 2. Laterale, ungefähr parallel zum Radius II geführte Längsschnitte durch eine 84stündige Larve. *V* Vestibulum. *sc* Sacculi. *hr* Hydrocölring. *hd* hinterer Darmabschnitt, an den Magen sich anschließend. *ax* Axialorgan. *m* Magen. *oc* Ösophagus. 175 : 1.

3. Längsschnitt durch eine 5wöchige gestielte Larve. *ax* Axialorgan. *mt* Mesenterium zwischen rechtem und linkem Cölom *cr*, *cl*,. *rf* Ringmuskelfibrillen des Hydrocölringes *hr*. *n* Ringnerv. *tr* Trabekel in der Leibeshöhle. *g* gekammertes Organ. 145 : 1.

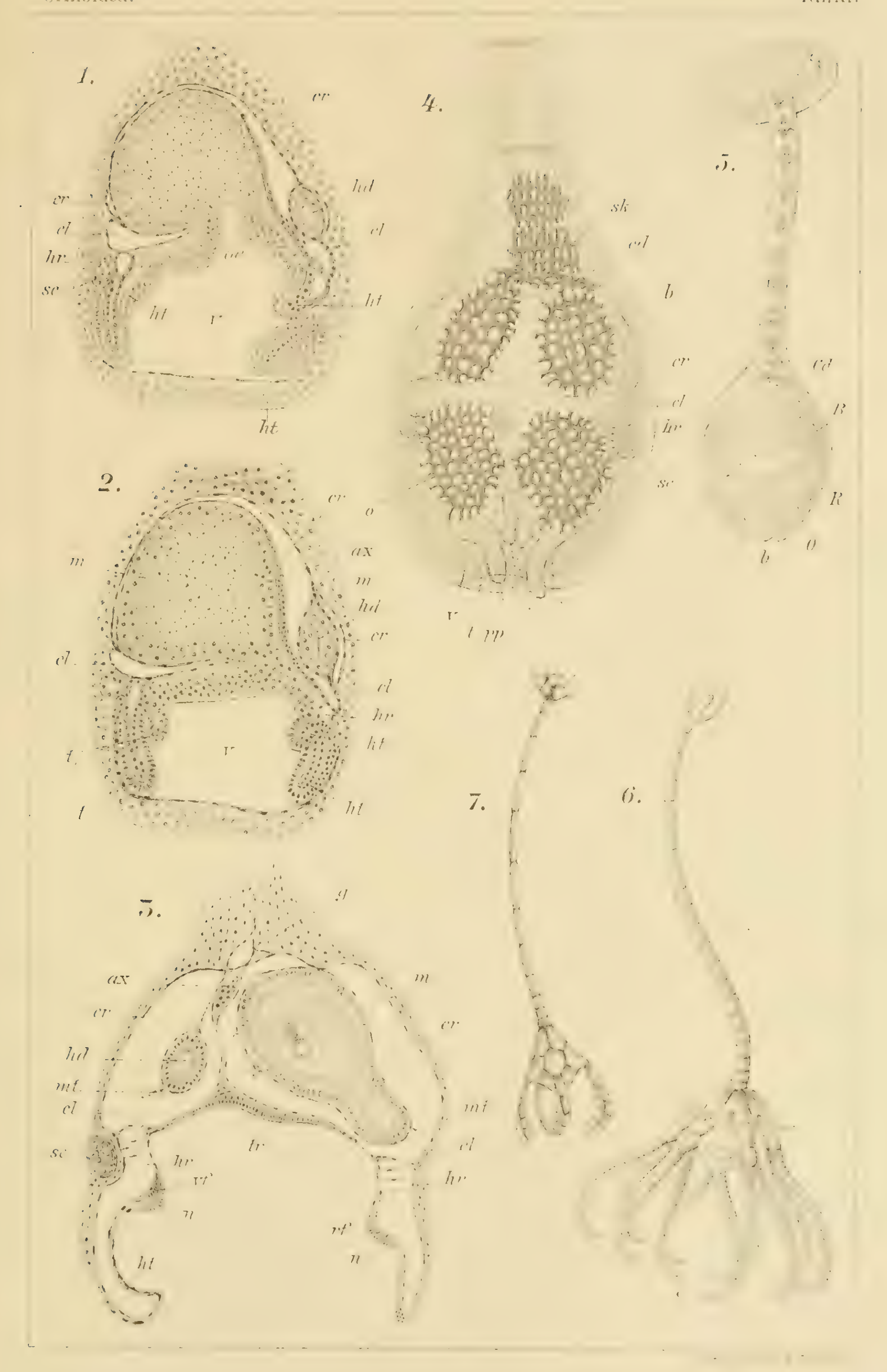
4. Kelch und oberer Stielabschnitt einer festgesetzten Larve vom 5. Tage nach Durchbruch des Vestibulums. *cd* Centrodorsalplatte. *sk* Stielkalkplatten. *t* Tentakel, die 10 kleinen interradialen. *pp* Papillen der Tentakel. 120 : 1.

5. Festsitzendes *Pentacrinus*-Stadium. *o* Oralia. *R* Radialia. *B* Basalia. *Cd* Centrodorsalplatte.

6. Älteres Stadium mit Armen und Cirren.

7. *Pentacrinus*-Stadium von *Antedon tuberosa* P. H. C.

Fig. 1—4 nach Seeliger (450), 5, 6 nach Thomson (473), Fig. 7 nach P. H. Carpenter (135).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
cr
hd
cl
hr
sc
ht
oe
v
m
ax
o
t
g
mt
mi
tr
vt
n
sk
b
pp
Cd
R



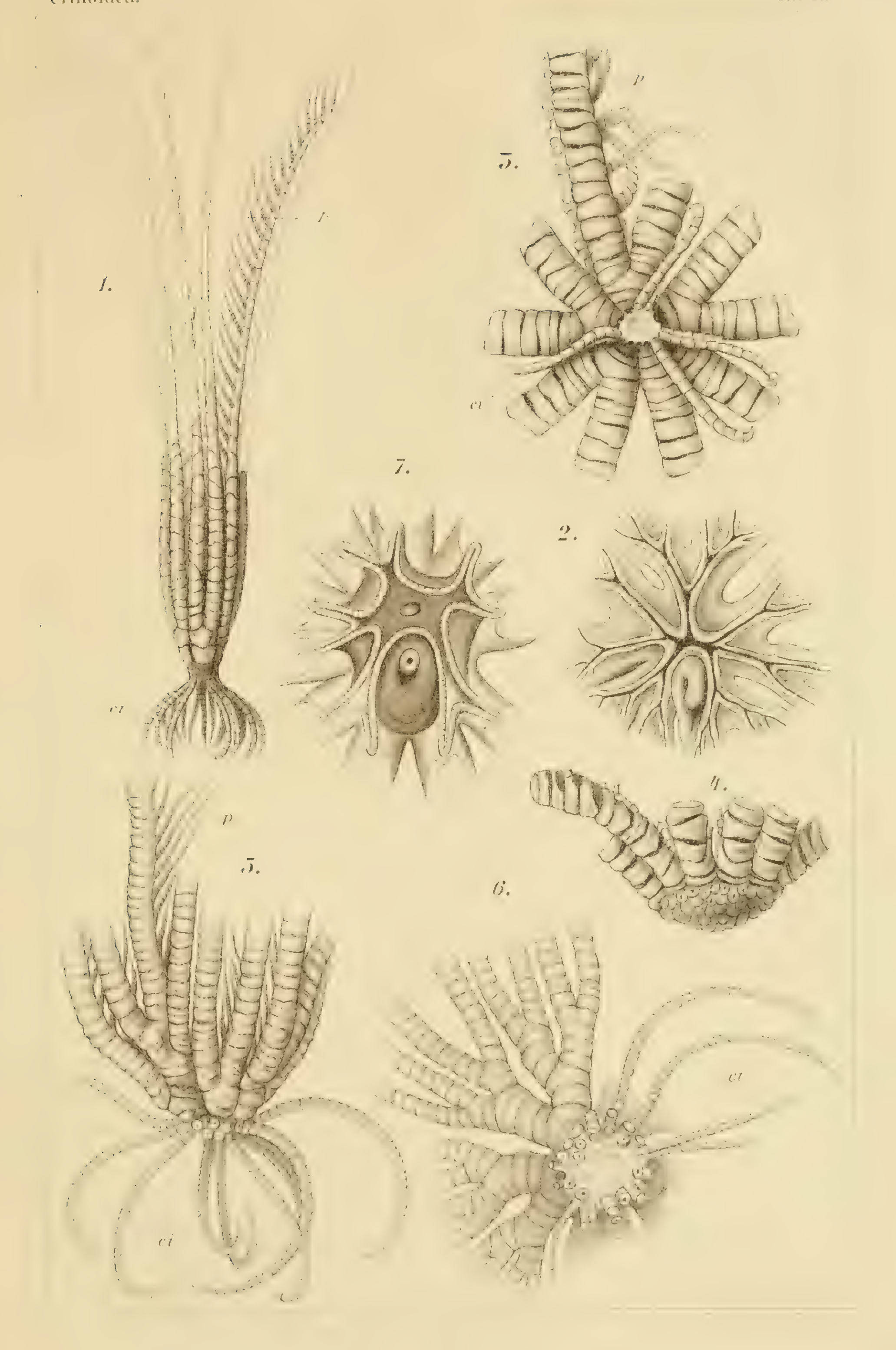
Erklärung von Tafel XII.

Systematik 1.

Fig.

1. *Antedon acoela* H. C. Junges Tier.
2. Mundscheibe von *Antedon similis* H. C.
3. Rückenansicht von *Actinometra pectinata* Retz.
4. *Promachocrinus naresi* H. C. Seitenansicht des Kelches.
5. *Antedon ludovici* Carp.
6. *Antedon nematodon* Hrtl.
7. *Atelecrinus wyvillii* H. C.

Fig. 1—4, 7 nach Carpenter (134a, 135), Fig. 5, 6 nach Hartlaub (239b).


1.
r
ci
3.
p
ci
7.
2.
4.
p
5.
6.
ci
ci



Erklärung von Tafel XIII.

Systematik 2.

Fig.

1. *Metacrinus murrayi* H. C. *p* Pinnulae. *Ci* Cirren. *q* Quirlglied.
2. *Hyocrinus bethellianus* P. C.
3. *Holopus rangi* d'Orbigny, von der Trivialseite. *O* Oralplatten. *ia*, Interambulakralplättchen. *r* Radialia. *b* Basalia. *st* Stiel.
4. *Actinometra parvicirra* Müll.

Fig. 1—4 nach Carpenter (134a, 135).











































